FREMSTILLING

AF

KEMIENS HISTORIE

AF

TH. HIORTDAHL

II

(Videnskabs-Selskabets Skrifter. I. Mathematisk-Naturv. Klasse 1906. No. 4)

UDGIVET FOR FRIDTJOF NANSENS FOND.

CHRISTIANIA
I KOMMISSION HOS JACOB DYBWAD
A. W. BRØGGERS BOGTRYKKERI
1906

Fremlagt i Møde i den mathematisk-naturvidenskabelige Klasse d. 9de Marts 1906.

Indhold.

VI.

Boyles tid, kemiens overgangstid.

I den sidste halvdel af det 16de aarhundrede og udover i det 17de tog naturforskningen et betydeligt opsving. I de fysiske og mathematiske videnskaber møder man store navne som Kepler (1571—1631), Galilei (1567—1642), Cartesius (1591—1650), Torricelli (1608—1647) og Pascal (1623—1662); der blev ogsaa gjort anseelige fremskridt ved indførelsen af decimalregning (1596) og logarithmer (1614). Naturhistorien var vakt til nyt liv, den lærde polyhistor schweizeren Conrad Gessner (1516—1565) anlagde den første større naturhistoriske samling, pave Sixtus V (1585—1590) den første større mineralsamling, Cæsalpinus (1519—1603) satte botaniken i system, men bearbeidede ved siden deraf ogsaa mineralogien og metallernes kemi. Opdagelsen af det sammensatte mikroskop (1590) bragte et vigtigt og siden uundværligt hjælpemiddel baade for naturvidenskaben og for medicinen. Vi har allerede omtalt endel af de vigtigste fremskridt i medicinen, men skal her atter nævne en af dennes betydeligste mænd, Nic. Steno, en mærkelig mangesidig naturforsker, der ved siden af sine anatomiske opdagelser ogsaa arbeidede paa andre felter, idet han 1669 paaviste vinklernes konstants hos bergkrystallen. — Der var idetheletaget bleven vakt en almindelig sans for naturvidenskaberne, og om end kirken og inkvisitionen en tid søgte at dæmme op mod den nye og kjætterske bevægelse, som ved forfølgelsen af Galilei, saa voksede dog interessen for naturforskningen stadigt og bredte sig ud i videre kredse; fyrsterne, tilslut selv paverne beskyttede og agtede dens dyrkere.

Nu kom ogsaa tiden for den videnskabelige methode, som Roger Baco havde forudseet, og Palissy arbeidet for. Den var den ledende grundtanke for Galilei's arbeide, og medens han gjennemførte den praktisk, blev den theoretisk udviklet af en berømt samtidig. Francis Baco, lord Verulam (1566—1626) har i sine skrifter givet grundlaget for erfaringsfilosofien, for den induktive methode i naturvidenskaberne: man

kan kun finde sandheden ved iagttagelse, man maa gaa ud fra kjendsgjerningerne og sammenstille disse, men kjendsgjerninger kan man kun finde ved virkelige forsøg, ikke ved blot spekulation. Den ældre methode maatte føre til urigtige opfatninger, idet den indsnævrede naturen for at faa den til at passe i en given ramme.

Af overordentlig stor betydning for naturvidenskabernes udvikling var de omkring midten af det 17de aarh. opstaaede videnskabelige og lærde selskaber, der bragte de forskjellige videnskabsdyrkere i indbyrdes nærmere berørelse og under gjensidig paavirkning, og som ved deres midler og indflydelse var istand til at fremme undersøgelser, som det oversteg den enkeltes kræfter at overtage. Ved udgivelsen af disse selskabers periodiske skrifter blev det lettere baade at faa egne arbeider publicerede og at kunne følge med andres, og da tidsskrifterne udkom under selskabernes auspicier og styredes af deres mest fremragende medlemmer, blev efterhaanden, om det end gik sent, tonen i den videnskabelige meningsudveksling befriet fra den middelalderske plumphed, der længe havde gaaet igjen i de selvstændige publikationer i bogform, man før udelukkende havde været henvist til. — De ældste af disse lærde selskaber opkom i Italien, hvor det endnu bestaaende Accademia dei Lincei i Rom stiftedes 1603, og Accademia del Cimento (experimentets) i Florents 1648; det sidstnævnte reorganiseredes 1657, men dets virken blev ikke af lang varighed. I Tyskland dannedes 1651 en privat forening af lærde, i begyndelsen mest læger, hvoraf fremkom det endnu bestaaende Cæsarea Leopoldina, der 1670 begyndte at udgive skrifter (academia naturæ curiosorum). I Paris oprettedes, ligeledes paa grundlag af en privat forening, 1666 Académie royale, hvis mémoires de l'académie des sciences dog først begyndte at udkomme 1699. I England havde siden 1645 endel naturforskere, læger og mathematikere sluttet sig sammen til regelmæssige sammenkomster i Oxford; disse henlagdes 1659 til London og gik 1662 over til Royal Society, der siden 1666 udgiver Philosophical Transactions.

Et af dette sidste selskabs mest fremtrædende medlemmer var Robert Boyle. Det var ham, som først bragte kemien over i det rette spor og hævede den til en selvstændig sandhedssøgende ren videnskab. — Kemikerne har hidtil, siger han, idet han udvikler sit videnskabelige program, ladet sig lede af altfor snevre principer, og manglet et høiere grundsyn. De har seet sin opgave i tilberedningen af lægemidler og i metallernes udvinding og forvandling. Jeg har nu forsøgt at behandle kemien fra et ganske andet synspunkt, ikke som en læge eller en alkemist, men som en filosof vilde gjøre det. Jeg har her udkastet planen til en kemisk filosofi, som jeg haaber at kunne fuldstændiggjøre ved mine forsøg og

iagttagelser. Hvis man lagde mere vægt paa den rene sande videnskabs fremskridt end paa at tjene egne interesser, vilde man forstaa, at man bør sætte alle sine kræfter ind paa at udføre forsøg og samle iagttagelser, men ikke opstille nogen theori, førend man havde prøvet alle kjendsgjerningerne.

Boyle var født i Irland 1627; hans fader, greven af Cork, bestemte ham som yngre søn til den geistlige stand og lod ham studere, først hjemme og derefter længere tid i udlandet, saa han fik en grundig uddannelse. Han nedsatte sig i 1654 i Oxford, hvor han samlede om sig kjærnen af det senere Royal Society, men flyttede derefter med dette til London, hvor han levede udelukkende for videnskaben samt filanthropiske arbeider; han døde 1691. Af hans talrige skrifter, der udkom paa engelsk, men ogsaa i latinsk oversættelse, er foruden afhandlingerne i Philosophical Transactions 1668—92, især deleshed at nævne Sceptical Chemist (Chymista scepticus) 1661, der har form af en samtale mellem hovedpersonen og tre venner, som søger at forsvare de ældre anskuelser; alle Boyles skrifter udmærker sig ved en klar og grei fremstilling, der er fri for tidens sædvanlige vidtløftighed og dunkelhed. Han havde en klar forstaaelse af og fremhævede gjentagende og stærkt betydningen og nødvendigheden af den experimentale methode, »from which alone the greatest advancement of useful knowledge is to be expected«, og han var selv en dygtig og original experimentator.

De nedarvede lærdomme om elementerne, saavel de gamles fire som de tre af Paracelsus opstillede principia, var vistnok i det 17de aarh., især deleshed ved van Helmont, allerede begyndt at vakle; men det var først Boyle, som præciserede begrebet element paa en maade, der i det hovedsagelige endnu svarer til den nyere tids opfatning. Det var den ligefremme konsekventse af hans bestemte hævden af den experimentale methode, at han ikke kunde lade sig nøie med de ældre opkonstruerede og svævende metafysiske begreber, men søgte at faa frem de bestanddele af stofferne, som virkeligt lod sig udskille af dem, og disse var det, han opfattede som elementer. Deres antal kunde ikke vilkaarligt bestemmes a priori, og heller ikke lod det sig paa forhaand afgjøre, om materien kun indeholdt en eneste bestanddel eller flere; det fik staa derhen, man maatte holde sig til de bestanddele, hvori man virkelig kunde dele den, og som var at tage og føle paa, — og kunde man ikke faa disse yderligere delt, var det at betragte som elementer (mista prima). Nogle stoffer kan indeholde to saadanne (mista secundaria), andre tre, fire eller flere, og der var overhovedet ingen grund til at antage, at alle ting skulde indeholde de samme elementer eller det samme antal af dem; de elementer, som indeholdes i et slags stoffer, behøver ikke at være de samme, som

indeholdes i andre slags, ligesaalidt som de bogstaver, der danner et vist ord, forekommer i alle andre. — Om end Boyle saaledes brød med alle de ældre anskuelser og med fuld klarhed opstillede sit program for elementerne, var han dog ikke kommen til definitive resultater, om hvilke stoffer der var at opfatte som elementer. Og han havde øie for muligheden af, at om end kemien for tiden ikke kunde dele visse stoffer i uligeartede bestanddele, saa kunde den maaske senere komme til at gjøre det. — Med hensyn til vandets elementare natur havde han tvivl, fordi det lod sig forvandle til jord, en opfatning, han dels støttede til lignende forsøg med planter, som allerede van Helmont havde udført, og dels til andre selvstændige forsøg; han fandt, at 1 unze rent vand efter gjentagne destillationer i glaskar efterlod 6 drakmer (3/4 unze) af en i vand uopløselig, hvid jordartet substants, men han tænkte sig dog muligheden af, at glasset kunde være blevet angrebet, uden at han imidlertid fik dette experimentelt undersøgt [1].

Med hensyn til materiens konstitution [2] sluttede Boyle sig til de i det 17de aarh. dannede korpuskulartheorier, i det han tænkte sig materien sammensat af impalpable partikler, hvis form, størrelse og vægt var forskjellig, og at det var arrangementet og kombinationerne af disse, der bevirkede den store mangfoldighed af sammensatte stoffer. Naar man af stene, der alle har samme form og størrelse, allerede kan faa frem mangfoldige høist forskjelligartede bygværker, kirker, huse, broer o. s. v., saa maa der kunne blive en endnu større mangfoldighed, naar byggestenene ikke har samme størrelse og form. Med hensyn til partiklernes form har han bl. a. antydet, at syrerne kunde tænkes at være spidse, og at metallernes opløsning i syrer foregik derved, at syrepartiklernes spidser trængte ind i metalpartiklernes porer, forsaavidt disse ikke var saa smaa, at spidsernes indtrængen blev umulig.

---

[1] Boyles samtidige, Olaus Borrichius (Ole Borch, 1626—1690), professor i Kjøbenhavn, mente, at man ved gjentagen destillation tilslut vilde kunne forvandle vand helt igjennem til en ildfast jord. Vandets forvandling til jord var idetheletaget almindeligt antaget af de allerfleste naturforskere.

[2] Franskmanden Petrus Gassendi, Keplers og Galileis samtidige og ven (1592—1655), forklarede alle fænomener i den materielle verden ved atomernes bevægelse; han tænkte sig, at atomerne havde forskjellig størrelse og form, men forøvrigt var identiske, og at de bevægede sig i alle retninger i det tomme rum. Senere kom man imidlertid bort fra atomernes bevægelse, som Gassendi havde lagt hovedvægten paa, og italieneren Giovanni Borelli (1608—79) førte i sin korpuskulartheori stoffernes egenskaber udelukkende tilbage til atomernes beskaffenhed og form; luftens smaadele antog han for rørformede, bøielige og elastiske, saa formen kunde paavirkes af trykket, vandets antog han omgiven af bøielige haarformede organer, der omklamrede det, som blev vædet o. s. v.

Boyle er den første, der med fuld klarhed har anskuet forskjellen mellem en blanding (mixture), i hvilken bestanddelene bevarer sine særegne egenskaber og lettere kan skilles fra hinanden, og en virkelig kemisk forbindelse (compound mass), hvor bestanddelene har tabt sine oprindelige egenskaber og vanskeligere kan skilles. Som exempler nævner han blysukker, hvis bestanddele, edikesyre og blyoxyd, ikke har sød smag, eller de almindelige salte, hvor syrernes og alkåliernes etsende egenskaber er ophævede. Imidlertid havde han ogsaa lagt mærke til, at om end bestanddelenes egenskaber ophæves i forbindelserne, saa kan dog lighed i visse forbindelsers egenskaber henføres til visse fælles bestanddele, f. ex. den blaa farve hos kobbersaltene; ligeledes sluttede han af visse granaters mørke farve, at de maatte indeholde jern, hvilket han ogsaa paaviste.

For at adskille de i naturligt forekommende forbindelser af enhver slags virkeligt indholdte bestanddele havde man ingen anden methode end den, der fra gammel tid af havde vist sig istand til at udskille metallerne af deres naturligt forekommende forbindelser, den tørre vei — »sine igne nihil operamur« er motto til en bekjendt lærebog i det 17de aarh.[1] Man antog, at man ved ophedning, saavel ved forbrænding som navnlig ved tør destillation, af dyre- eller plantestoffer fik frem de i dem allerede existerende grundbestanddele i form af vand, flygtige olier o. dsl. Det var først Boyle, som nærmere gjorde rede for forskjellen mellem de produkter, man faar frem ved forbrænding, og dem, der dannes ved destillation uden lufttilgang, og erkjendte, at de ikke forud existerede, men var dannede ved ophedningen. Hans forsøg paa at udskille de i stofferne virkeligt indeholdte nærmere bestanddele er det første grundlag for den kemiske analyse, der før ham saagodtsom ikke existerede, og det er Boyle, som har indført saavel begrebet som navnet analyse, ligesom det er ham, der har faststillet begrebet reaktion, og som har indført den almindeligere brug af reagentser til paavisning paa den vaade vei[2]. Han var den første, som anvendte plantefarverne, ogsaa i form af reagentspapir, for at bestemme den sure eller alkaliske reaktion; han paaviste saltsyre og opløselige klorider ved sølvopløsning, svovlsyre ved fældning med kalksalte, kobber ved opløsningernes blaa farve med ammoniak, samt ammoniak ved røgen med saltsyre, hvilken sidste reaktion dog tidligere (1677) var bleven iagttaget af hans

---

[1] Glasers traité de chymie 1663.

[2] Hvor lidet fortrolig man endnu var med reaktioner paa vaad vei, kan sluttes af den opmærksomhed, et forsøg af den lærde jesuit Francesco de Lana (1631—87) i Brescia vakte. Han fik i koncentrerede opløsninger af kalksalte bundfald med alkalier, og at de to klare vædsker straks gav et fast stof, betegnedes endog som det kemiske underværk.

samtidige Kunckel. Han har ogsaa meddelt de første opgaver om forskjellige reagentsers ømfindtlighed, saaledes f. ex., at en opløsning af 1 del kogsalt i 300 dele vand endnu tydeligt blakkes ved sølvopløsning.

Kvantitative bestemmelser, som tiden endnu kun havde liden forstaaelse af, tillagde Boyle overhovedet megen betydning. Han forstod, at naar et legeme ved kemiske forandringer tiltager i vægt, saa kommer det deraf, at det har indgaaet en forbindelse; han paaviste, at klorsølvet, der udfældes af en sølvopløsning, veier mere, end sølvet oprindeligt veiede, og saa deri et bevis for, at metallet havde optaget noget i sig. Han bestemte metallernes vægtsforøgelse ved ophedning i svovldamp og fandt, at kobber og sølv tiltog i vægt henholdsvis 22 og 13,4 pct. (beregnet 25 og 14,9). Ligeledes beskjæftigede han sig med metallernes vægtsforøgelse ved forkalkning, og især deleshed er forsøgene om forkalkningen i lukkede kar af stor interesse; han ophedede[1] tin eller bly i tilsmeltede retorter — ganske det samme forsøg, som et aarhundrede senere i Lavoisiers hænder endelig gav den rigtige forklaring. Boyle lagde vistnok mærke til, at luften strømmede ind, naar karrene aabnedes, men heri saa han kun et bevis for, at disse havde været lufttæt lukkede; han kom ikke til at sammenligne vægten før og efter ophedningen, og det faldt ham overhovedet ikke ind, at det var luften, som var optaget; han tilskrev vægtsforøgelsen en indtrængen og optagen af ponderabel ildmaterie[2], og denne hans forudfattede mening om, at ilden var noget materielt, bragte ham til at miskjende det hovedsagelige i forsøgene. Imidlertid var Boyle den første, som erkjendte, at de tunge metalkalkes egenvægt er mindre end metallernes, saa den specifike vægt aftager, medens den absolute tiltager, hvilket man tidligere ikke havde nogen klar forstaaelse af.

Siden Torricelli opdagede barometret 1673 og Otto von Guericke havde vakt interesse for luftpumpen, var undersøgelser af luften og gasarterne blevne aktuelle, og Boyle beskæftigede sig ogsaa meget dermed. Han bestemte luftens vægt med en hidtil ikke kjendt nøiagtighed (i forhold til vand som 1 : 853 $^{17}/_{29}$), og han erkjendte allerede 1660, at gasers volum er omvendt proportional med trykket, den samme lov, som franskmanden Edme Mariotte (1620—84) fandt 17 aar senere, og som længe har baaret den sidstnævntes navn. — Boyle var en af de første, der opsamlede en gas, vandstofgas; han fyldte en kolbe med tynd svovlsyre, indbragte noget jern, lukkede den og aabnede den atter, efterat den med aabningen ned var bragt i et kar, der ligeledes indeholdt tynd syre;

[1] Ved spirituslamper, som han særligt anbefalede fremfor de endnu almindelige olielamper.
[2] Unde potest hoc absolutæ gravitatis incrementum deduci, nisi ex partibus quibusdam ponderabilibus flammæ?

kolben fyldtes da med en gas, hvis brændbarhed han erkjendte, uden at det dog kan sees, at han yderligere holdt denne »air generated de novo« ud fra selve luften.

Blandt Boyles andre opdagelser i kemien er at nævne fremstillingen af fosfor og opdagelsen af fosforsyren. Han havde 1677 faaet høre om fosforet, der nogle aar i forveien var bleven opdaget[1], og det lykkedes ham at fremstille det ved at destillere inddampet urin med sand; han fandt videre, at fosforet ved forbrænding gav en substants, der forholdt sig som en syre og forbandt sig med alkalikarbonaterne under opbrusen. — Ved at destillere svovl med salmiak og kalk fremstillede han det s. k. flygtige svovllever, liquor fumans Boylii, en blanding af ammoniumhydrosulfid og ammoniumpolysulfider. — Boyle havde ogsaa interesse for den tekniske kemi samt for fremstillingen af kemiske præparater til medicinsk brug, ligesom han overhovedet erkjendte kemiens betydning for medicinen. Om denne har han bl. a. udtalt, at det vil blive gjennem kemien, at man engang vil finde løsningen af de pathologiske fænomener, der ikke ad anden vei vil kunne forklares, og navnlig vil kjendskab til fermenternes og gjæringens natur være en ganske nødvendig betingelse forat forstaa sygdomsfænomenerne[2].

Medens Boyle, som ovenfor nævnt, ved sine forsøg om forkalkningen ikke kom til at erkjende luftens betydning for denne proces, havde derimod hans samtidige landsmænd Hooke og Mayow øie for, at det er luften, som her spiller den væsentlige rolle, og de søgte at forklare dens virkning saavel ved forkalkningen som ved forbrændingen overhovedet. Robert Hooke (1635—1702), sekretær i royal society, opstillede i sin micrographia (1665) en eiendommelig forbrændingstheori, der gik ud paa, at der i luften forekom en substants, der lignede eller maaske var identisk med den, der indeholdes i salpeter. Denne substants antog han at være

---

[1] Heinrich Brand, en forhenværende militær, der havde nedsat sig i Hamburg som læge og kemiker, havde under sine alkemistiske studier læst, at der i urinen skulde findes en substants, som kunde forvandle sølv til guld, og ved de forsøg, han i den anledning anstillede, erholdt han 1669 ved destillation af inddampet urin en substants, der lyste i mørke. Han offentliggjorde intet angaaende fremstillingen af denne »kaltes Feuer«, men meddelte den til nogle venner, og en af disse, Dr. Kraft, meddelte den atter til Leibnitz. Senere bragte Kraft en prøve til England og foreviste den for kong Karl II, ved hvilken leilighed Boyle var tilstede. H. Peters, Chemiker-Zeitung 1902, 1190.

[2] Man var endnu ikke kommen til nogen nærmere erkjendelse af fermenter og gjæring. Men der blev dog i Boyles tid gjort et fremskridt, som senere fik betydning i denne henseende, nemlig hollænderen Antony von Leeuwenhoecks (1632—1723) mikroskopiske arbeider, hvorved han opdagede, at der i infuser af forskjellige planter fandtes mikroskopiske organismer (infusionsdyr). Dog varede det endnu meget længe, førend dette blev sat i forbindelse med studiet af gjæringsfænomenerne.

i besiddelse af en særegen evne til at kunne opløse brændbare stoffer, naar disse var blevne tilstrækkeligt ophedede. Han betragtede saaledes forbrændingen som en slags opløsningsproces, og grunden til, at forbrændingen efter en tids forløb ophører i et lukket rum, søgte han da deri, at den forhaandenværende mængde af opløsningsmidlet var bleven mættet; bragtes ny luft ind, vilde denne være istand til at opløse en ny mængde brændbart stof. Produkterne af opløsningen kunde have forskjellige egenskaber, dels være luftformede, dels flydende eller faste.

Lægen og fysiologen John Mayow (1643—79), hvis hovedværk tractatus quinque medicophysici[1] (1674) indeholder en hel del originale og mærkelige forsøg, betegnede den for salpetret og luften fælles bestanddel som spiritus nitro-aëreus. Han forstod, at luften var et komplex, bestaaende af denne subtile bestanddel samt de grove egentlige luftdele, og han var den første, som erkjendte, at vægtsforøgelsen ved forkalkning beror derpaa, at de subtile dele af luften optages af selve det regulinske metal. Det ved hjælp af et brændglas forkalkede antimon, siger han, forholder sig ganske paa samme maade som det ved hjælp af salpetersyre fremstillede mineralske bezoar (antimonoxyd); det er de nitrøse luftdele, der indeholdes i salpetersyren, og hvis bevægelse danner solstraalerne, som i begge tilfælde fixerer antimonet, og vægtsforøgelsen maa tilskrives disse med antimonet forbundne dele af luften. Han ved vistnok, siger han videre, at man i almindelighed mener, at forkalkningen skyldes en undvigen af metallets svovl[2], men dette kan ikke være rigtigt; at antimonet bliver fixeret, ligger ikke deri, at noget gaar bort, men deri, at det optager de nitrøse luftdele. — Mayow gik ogsaa bl. a. nærmere ind paa det almindelige svovl og dets forbrænding. De allerfleste kemikere ansaa det for en afgjort sag, at svovlet var sammensat af en syre og en olie, og at syren (spiritus sulfuris) blev sat i frihed, naar olien ved forbrændingen gik bort[3]. Men Mayow fandt det høist usandsynligt, at syren allerede existerer i svovlet og først kommer tilsyne ved forbrændingen; hvad skulde være iveien, siger han, for at antage, at syren frembringes ved forbrændingen? — Man ser her tydeligt, at Mayow i sine anskuelser, saavel om luftens sammensætning som om forkalkningen og forbrændingen, var ganske paa den rette vei, og at han saa nær, som det er muligt, var kommen ind paa en for-

---

[1] Mayows arbeide er gjengivet i Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften Nr. 125. 1901.

[2] Ved svovl menes her det kemiske grundprincip svovl eller de brændbare dele overhovedet. Man antog, at det var det i legemerne indeholdte svovl, som var aarsag til deres brændbarhed: ubi ignis et calor, ibi sulphur, sagde man.

[3] Sulphur omne oleo inprimis constare et acido spiritu, tam notum est chymicis, ut ulteriori declaratione non videatur indigere, siger saaledes Sylvius.

staaelse af surstoffets tilstedeværelse i luften og dets betydning. Men samtiden forstod ham ikke; hans betydningsfulde arbeider blev ganske upaaagtede, selv Boyle synes neppe at have lagt mærke til dem. Mayow døde ung, og over et aarhundrede gik hen, førend traaden i hans tankegang atter blev optaget.

Saa stor anseelse Boyle end nød hos sin samtid, formaaede dog endnu ikke hans opfatning af elementerne at trænge igjennem hos denne. Man vedblev fremdeles at holde sig til den nedarvede lære om visse grundbestanddele, af hvilke alle substantser var sammensatte, og ligesom Paracelsus i sin tid havde føiet saltet til de to gamle alkemistiske grundbestanddele, svovl og kviksølv, saa føiede man nu atter to nye til og tænkte sig ialt 5 saadanne. Denne lære, der havde en fremtrædende talsmand i englænderen Thomas Willis[1], fik almindelig udbredelse, ikke mindst gjennem en del lærebøger, som benyttedes meget og øvede stor indflydelse, Le Fêvres[2] traité de chymie (1660), Glasers[3] traité (1663) og isærdeleshed Lemerys cours de chymie. Den sidstnææevnte bog, der første gang udkom 1675 og senere i mangfoldige oplag og oversættelser, nød i lange tider overordentlig stor anseelse; da den giver et godt begreb om kemiens almindelige standpunkt i slutningen af det 17de aarh., vil det ikke være uden interesse at dvæle lidt ved den.

Forfatteren, Nicolai Lemery, født i Rouen 1645, nedsatte sig 1672 som apotheker i Paris og begyndte at holde forelæsninger, men hans tro som protestant udsatte ham for mange forfølgelser og ubehageligheder, og for at kunne bevare sin stilling i Paris maatte han tilsidst gaa over til katholicismen. Han var medlem af akademiet siden 1699 og deltog med megen iver og interesse i dets arbeide til sin død 1715[4].

Medens titelen paa Lemerys bog (Cours de Chymie, contenant la Maniere de faire les Operations qui sont en usage dans la Medicine) nærmest betegner kemien som et hjælpefag for medicinen, er dog den defi-

---

[1] Willis, der var født 1621, var en tid professor i fysik i Oxford, men virkede senere som læge i London, hvor han døde 1675.

[2] Nicolas Le Fêvre (Lefebvre) var demonstrator ved jardin des plantes til 1664, da han kaldtes til London, hvor han forblev til sin død 1674. Han skrev sin bog paa fransk (ikke paa latin), fordi saamange af de bedste forfattere i Tyskland var begyndt at bruge morsmaalet til at skrive om den kemiske apothekerkunst.

[3] Schweizeren Christopher Glaser efterfulgte Le Fêvre som demonstrator og var en tid tillige kongelig apotheker. Det efter ham benævnte sal polychrestum Glaseri var kaliumsulfat, som han fremstillede ved at bringe svovl til smeltende salpeter.

[4] Hans søn Louis Lemery (1677—1743) var ligeledes kemiker. Det fortjener at nævnes, at han ligesom Boyle havde en rigtig opfatning af varmens virkning paa de organiske stoffer, at varmen forandrer dem, men ikke spalter dem i deres virkelige bestanddele; han raadede derfor til ved forskjellige opløsningsmidler først at udtrække de virkelige indeholdte bestanddele, og derefter særskilt undersøge hver enkelt af disse.

nition, han giver, langt mere omfattende, idet siger han, La chymie est un Art qui enseigne à separer les differentes substances qui se rencontrent dans un mixte: J'entens par les mixtes, les choses qui croissent naturellement à sçavoir les mineraux, les vegetaux & les animaux. — Det første princip, man maa antage for sammensætningen af de i naturen forekommende legemer (les mixtes), er en i alle ting forekommende spiritus universalis, men da dette princip er metafysisk og ikke kan opfattes af sanserne, maa der opstilles sanselige principer. Da kemien ved analysen (d. v. s. ved ophedning) har fundet 5 slags substantser, har man sluttet sig til existencen af de 5 principer, spiritus, olie, salt, vand og jord, af hvilke de 3 første er aktive (befinder sig i bevægelse og foraarsager stoffernes virkning), medens de 2 andre er passive (befinder sig i hvile og virker hemmende eller fortyndende paa de aktive). Det første af de 3 aktive er kviksølvet (l'Esprit, spiritus), det flygtigste og bevægeligste, der bevirker forandringerne; planter og dyr, der indeholder meget af dette, forandres let, medens mineralerne, der kun indeholder lidet, er saagodtsom uforanderlige. Men kan ikke faa dette, og heller ikke de øvrige, frem i ganske ren tilstand; enten indeholder det noget af olien og er da esprit volatile, eller ogsaa er det indesluttet i salt, og er da esprit fixe, som de sure spiritus i alun, vitriol og salt. Det andet princip er svovlet, (l'Huile), det næstflygtigste, det brændbare, som bevirker forskjellighed i farve og lugt; det fylder legemernes porer og bevarer dem, saa at de planter, som indeholder meget deraf, holder sig længere tid i frisk grøn tilstand end andre; heller ikke dette faar man ganske rent frem ved stoffernes dekomposition; det er enten blandet med spiritus (olier, der flyder ovenpaa vand) eller med salt (olier, som synker i vand). Det tredie princip, saltet, er det mindst flygtige og giver stofferne konsistents og vægt; der kan være tre slags, sel fixe, sel volatile og sel essentiel (intermediaire). De passive er vandet (flegma) og jorden (teste morte ou damnée). Heller ikke dem faar man frem i ganske ren tilstand; de er alle imprægnerede med noget af de aktive, der meddeler dem forskjellige egenskaber [1]. — Man maa dog ikke tage disse principer i altfor bogstavelig betydning; de substantser, man har givet navnet principer, er det nemlig i virkeligheden kun efter vort skjøn, og fordi vi endnu ikke er istand til at komme videre i legemernes deling; de er ganske vist endnu delbare til en mangfoldighed af dele, der da vilde være de egentlige rigtige grundpriuciper, men for tiden kan man ikke komme videre end til at opstille disse fem. Der er

[1] Ved destillation af guajak mente Lemery at have fremstillet og isoleret — om end ikke i absolut ren tilstand — les cinq substances de tous les vegetaux.

vistnok, siges der videre, moderne forskere (her sigtes til Boyle), som ikke vil gaa ind paa, at de nævnte fem principer virkelig findes eller forekommer i de naturlige stoffer, men mener, at de først dannes eller fremkommer ved ildens paavirkning, ved destillationen. Men hertil bemærkes, at man godt kan faa frem flere af disse grundprinciper paa andre maader, uden at tage ilden til hjælp, idet man f. ex. kan presse olien ud af planterne eller faa salte udkrystalliserede ved henstand af plantesafter. Han mener derfor, at man maa holde sig til de fem principer og gaa ud fra dem som virkeligt existerende i stofferne.

Efter denne indledning kommer beskrivelse af apparater og ovne samt forklaring af kunstudtrykkene[1] og de kemiske tegn. Man havde nemlig, foruden de gamle alkemistiske tegn for metallerne (planeternes tegn), allerede længere tid brugt en hel del andre tegn, og da disse endnu længe udover holdt sig i almindelig brug, skal vi gjengive nogle af de mest anvendte. De gamle fire elementer betegnes saaledes:

△ ild, ▽ vand, 🜁 luft, 🜃 jord.

Videre brugte man f. ex.:

🜍 svovl, ⊖— vitriol, ✳ salmiak, ♁ antimon, ⦶ salpeter, + edike, o–o arsenik, ⊖ salt, 🜈 spiritus vini.

Syrerne betegnedes ved vandets tegn, kombineret med passende bogstaver, f. ex:

▽F salpetersyre (aqua fortis), ▽R kongevand (aqua regalis).

Man havde ogsaa tegn for de forskjellige slags operationer, f. ex. 🝞 sublimere og 🝟 præcipitere (bundfælde), og disse kombineredes atter med metaltegnene, f. ex: ☿▽ eller ☿▽ mercurius præcipitatus, kviksølvoxyd, ☿△ eller ☿△ kviksølvsublimat o. s. v.

Forøvrigt er Lemerys bog delt i 3 dele: des mineraux (22 kapitler), des Vegetaux (32 kapitler) samt des Animaux (6 kapitler).

Afsnittet om mineralerne begynder med guldet; Lemery var ikke alkemist, han forklarer og afslører de alkemistiske bedragerier og skuffelser. Ved omtalen af guldets opløsning i kongevand driver han de korpuskulartheoretiske betragtninger ud til de yderste konsekventser: naar guldet kommer i berørelse med dette opløsningsmiddel, bliver dets partikler med voldsomhed løsrevne, og saalænge dette staar paa, finder en opbrusen sted; de sure spidser borer sig ind i metalpartiklerne, og disse holdes nu svævende i væsken, fordi kongevandpartiklerne bærer dem som flottører,

[1] Derunder bl. a. alkooliser, at overføre til alkohol eller impalpabelt pulver; man brugte ogsaa ordet alkool for at betegne en meget ren esprit, f. ex. alkool de vin for rektificeret spiritus vini. Videre kan her nævnes udtrykket mortifier, at forandre et legemes ydre form, som naar kviksølv overføres til oxyd; det modsatte er revivifier (I, pag. 58).

paa lignende maade som et stykke metal kan hindres fra at synke i vand, naar det er fæstet til et stykke træ. Naar man til denne opløsning sætter ammoniak eller andre alkaliske væsker, svækkes syrerne, og deres spidser brækkes af, saa at metalpartiklerne synker til bunds; bundfaldet er dog ikke længere rent metal, idet noget af de sure spidser er bleven siddende igjen i guldet og ikke kan fjernes ved udvaskning. Bringer man bundfaldet i ilden, maa de i guldet saaledes indesluttede flygtige stoffer (esprits) skaffe sig en udvei, og guldpartiklerne fjernes fra hverandre med en voldsomhed, der foraarsager knaldguldets explosion[1]. Paa lignende maade forklares i det følgende kapitel sølvets opløsning i salpetersyre; sølvnitratet, vitriol de lune, est un Argent penétré & réduit en forme de sel par les pointes acides de l'esprit de nitre. Efter de to ædle metaller kommer tin, vistmut[2], bly, kobber[3], jern[4], kviksølv[5], antimon og arsenik, derefter kalk og kiselsten (cailloux); det følgende kapitel omhandler huile des briques, en oleum philosophicum, der dannes ved destillation af teglsten, som er imprægneret med olivenolie, dernæst koraller (lithodendron, der antages for en forstenet plante), videre salt (og saltsyre), salpeter (og salpetersyre), salmiak (og kongevand), vitriol (med vitriololie og huile de vitriol dulcifiée, æther), alun og svovl[6]; tilslut rav og ambra.

---

[1] Knaldguldet angives at have været benyttet som sveddrivende middel; nogle mener, at virkningen kun skyldes undvigen af den indesluttede esprit, og at guldet selv ingen virkning har, men Lemery finder det sandsynligt, at den undvigende esprit river noget af guldpartiklerne med sig og derved faar mere kraft til at bryde igjennem og bane sig vei i porerne, om disse ved tilstopning skulde yde modstand, — at guldet føres med af espriten ligesom en tømmerstok af en elv; naar en saadan f. ex. tørner mod en bro, har den en ganske anden kraftig virkning end elvens strøm alene vilde have.

[2] Under vismut nævnes zink, men kun i forbigaaende. Markasit er en almindelig benævnelse for metalliske stoffer, især vismut; der gives ogsaa en anden slags markasit, som kaldes zink, den ligner vismut, men er ikke saa sprød.

[3] Herunder bl. a. esprit de Venus, den ved tør destillation af kobberacetat erholdte sure vædske: I ilden gaar syren fra kobberet, uden at spidserne brækkes af; kobberet indeholder nemlig meget svovl, og syrepartiklernes spidser brækkes ikke af, fordi legemet, hvortil de er fæstede, ikke er tilstrækkeligt haardt og saaledes ikke gjør saamegen modstand.

[4] Jernet er et meget porøst metal, sammensat af vritriolsalt, svovl og jord, og disse bestanddele er kun løst sammenhængende, hvorfor metallet let opløses i syrer. — Man fremstiller staal ved at ophede jernplader med horn eller klør af dyr, hvorved de af disse udviklede flygtige alkalier trænger ind i jernets porer og destruerer det sure, som holder porerne aabne.

Den under varmeudvikling foregaaende reaktion i en fugtig blanding af jernfilspaan og svovl forklares ved den voldsomme gnidning af svovlets spidser mod metallet. Processsen menes at give oplysning om, hvorledes les soufres se fermentent dans la terre og bevirker jordskjælv og vulkaner (Lemerys kunstige vulkan).

[5] Om kviksølvoxydet, mercure précipité rouge sans addition (mercurius præcipitatus per se, d. v. s. uden fældningsmiddel), bemærkes i tilslutning til Boyles anskuelser, at det er imprægneret med ildpartikler.

[6] Om svovlmelk (magisterium sulphuris) bemærkes, at vand alene ikke kan opløse svovl, da dette er fedt; man maa derfor bruge et alkali, og naar dette fjernes ved en syre,

Afsnittet om plantestofferne omhandler bl. a. harpix, papir, sukker, vin, edike, vinsten, sæbe, opium, tobak, kamfer o. l. Kamfer siges at være en harpix, der destillerer draabevis af et stort træ paa Borneo; den er sammensat af et svovl og et salt, der begge er saa flygtige, at man ikke kan opbevare den, uden at den mindsker i vægt. — Under vinstenen omhandles ogsaa de andre kalisalte, kaliumkarbonat (huile de tartre par defaillance, oleum tartari per deliquium) og kaliumsulfat (magisterium tartari).

Det sidste og korteste afsnit, om dyrene, omhandler slangerne og deres gift, destillationen af urin, hjortetak, hjerne, honning og voks. Under urindestillationen omtales hovedsageligt fosforet og dets fremstilling[1], men derhos ogsaa bolognesersten[2] og andre lysestene eller fosforescerende substantser, hvilke forøvrigt ogsaa Boyle slog sammen med det almindelige fosfor.

Lemerys bog er den første, hvor der er forsøgt at adskille mellem den anorganiske og den organiske del af kemien. Klassifikationen er vistnok ufuldkommen og mange steder urigtig, idet der alene tages hensyn til udgangsmaterialet, saa f. ex. kalisaltene kommer under planterne og æther under mineralerne. Om der end ellers ogsaa er feil og misforstaaelser, saa afgiver dog i det hele og store bogen et umiskjendeligt vidnesbyrd om, at kemien havde gjort betydelige fremskridt i de lidt over to menneskealdere, der var hengaaet, siden Libau udgav sin alchemia.

Lemerys kollega i akademiet, Wilhelm Homberg[3], var født 1652 i Batavia af tysk slægt, og uddannet som jurist. I Magdeburg, hvor han havde nedsat sig som advokat, blev under samværet med Otto von Guericke hans interesse vakt for naturvidenskaberne, saa han opgav sin stilling og reiste til udlandet for at studere. Han arbeidede bl. a. en tid paa Hiärnes laboratorium i Stockholm samt hos Boyle, og kom senere til Paris, hvor han blev livlæge hos hertugen af Orleans, og døde 1715.

---

udfældes svovlet atter som et hvidt pulver, der saaledes ikke er noget andet end alkooliseret svovlblomst.

[1] Man vil have lagt mærke til, siger Lemery, at urin af folk, der drikker vin, vanskeligt giver fosfor, formodentlig fordi den lysende materie paa grund af vinens spiritus altfor let fordamper, medens det mere konsistente stof i øl har lettere for at holde paa den flygtige lysmaterie; derfor gaar fremstillingen lettere i Tyskland og England end i Frankrige.

Fremstillingen af fosfor var overhovedet endnu vanskelig og gav kun lidet udbytte. Fosforet var derfor meget kostbart, og i begyndelsen af det 18de aarh. betaltes en unze (vel 29 gram) med 10—16 dukater eller mere end sin vægt i guld.

[2] Bologneserstenen var tungspat, der var ophedet sammen med kul. Dens fosforescerende egenskaber blev først iagttagne af en skomager i Bologna, og fremstillingsmaaden blev først beskrevet 1622 af den franske kemiker Pierre Potier (Poterius).

[3] H. Peters, Chemiker-Zeitung 1903, 1249.

Man skylder Homberg et for den tid overmaade mærkeligt arbeide, der tillige var det allerførste og længe efter ogsaa det eneste i sit slags, idet han 1699 foretog kvantitative bestemmelser af de mængder af forskjellige syrer, som forbinder sig med samme mængde alkali. Han neutraliserede 1 unze kaliumkarbonat med bedste edike, saltsyre, salpetersyre og svovlsyre, inddampede til tørhed og bestemte vægten af de dannede salte. Af 1 vægtsdel kaliumkarbonat fik han:

Acetat	1,4500,	(beregnet 1,4190),
Klorid	1,4042,	(—»— 1,0796),
Nitrat	1,4500,	(—»— 1,4631),
Sulfat	1,3875,	(—»— 1,2606).

Bestemmelserne er vistnok meget unøiagtige og langtfra rigtige, og det samme er tilfældet med den slutning, tidens kemikere drog af dem — at den samme mængde alkali optager den samme mængde af de forskjellige syrer. Men Homberg har dog her udsaaet et yderst vigtigt frøkorn, som med tiden kom til at spire kraftigt.

Homberg har ogsaa først fremstillet borsyren, ved at behandle borax med vitriololie; men han erkjendte ikke dens virkelige natur, idet han mente, at den var fremkommen af vitriolen. Han kaldte derfor borsyren sel volatil narcotique du vitriol, ellers gik den under navnet sedativsalt. Endvidere har han undersøgt metallernes forhold ved ophedning og betjente sig derved af stærke brændglas, som dengang var det bedste middel, man havde til frembringelse af høie temperaturer[1]. Med hensyn til metalkalkene sluttede han sig til sin lærer Boyle og antog, at de havde optaget ildmaterie[2]. Den stærke etsende virkning af den almindelige kalk tilskrev han de i den indeholdte ildpartikler, som han mente forlod kalken, naar den blev læsket med vand.

Forøvrigt var Homberg alkemist og troede paa metalforvandlingen. Han mente at have foretaget en delvis forvandling af sølv til guld ved smeltning med spydglans, idet han ikke forstod, hvad senere blev paavist,

[1] Allerede Paracelsus havde anbefalet brugen af saadanne, men de blev først almindelig anvendte i slutningen af det 17de aarh. Blandt de mere bekjendte forsøg med disse apparater kan nævnes, at Cosimo III i Florents i 1694 og 95 lod endel diamanter ophede i fokus af et stærkt brændglas; de forsvandt aldeles. Disse forsøg, hvorved diamantens brændbarhed først blev konstateret, synes dog ikke at have været synderligt paaagtede af samtiden.

[2] Man har, siger Homberg (1700), utvivlsomme exempler paa, at ildmaterie indbringes i visse legemer, forbliver der lang tid og forøger deres vægt, saaledes som man ser det hos metallisk antimon, der ophedes ved brændspeile. Man kan ikke sige, at metallets vægtsforøgelse kommer af flygtige salte eller olie fra kullene, som har trængt ind i metallets porer, fordi det ikke har været i berørelse med kul. Man er derfor nødt til at antage en indtrængen af ildpartikler, der forbliver i metallet og gjør det tungere.

at sølvet kun optog den ringe mængde guld, som allerede indeholdtes i spydglansen.

Hombergs samtidige i Tyskland, Kunckel og Becher, var ligeledes alkemister, og disse tre er, om end alkemien fremdeles endnu en stund holdt sig, dog de sidste af de mere fremtrædende eller betydelige kemikere, som man kan regne blandt de egentlige alkemister.

Johann Kunckel (Kunkel) var født 1630 i Holstein, hvor hans far var alkemist hos hertug Friedrich, og han kom tidlig i berørelse med kemiske, farmaceutiske og alkemistiske arbeider. Han var i tjeneste hos forskjellige fyrstelige personer, der interesserede sig for alkemistiske forsøg, først hos hertugerne af Lauenburg som kammertjener, kemiker og apotheker, senere hos kurfyrst Johann Georg II af Sachsen, og derefter hos den store kurfyrste i Berlin som geheime kammertjener og laboratoriebestyrer. Sluttelig blev han af Karl XI, der interesserede sig for kemiske arbeider, og som 1683 i Stockholm havde oprettet et laboratorium [1] for undersøgelse af ertser og mineraler, kaldt til Sverige, hvor han fik en roligere og bedre stilling og blev adlet under navn af Löwenstjerne; senere vendte han tilbage til Tyskland, hvor han døde 1702.

Kunckel havde allerede fra ungdommen af indsuget alkemistiske fordomme og troede paa muligheden af metalforvandling, men han var en samvittighedsfuld mand, der ikke tog i betænkning at afsløre de bedragerier, som en stor del af hans fagfæller øvede, saavel ved den egentlige transmutation som ved s. k. guldtinkturer, der solgtes til ublu priser, og som han paaviste ikke indeholdt guld, men bestod af farvet og krydret brændevin. Han var en skarp iagttager og dygtig experimentator, der nød betydelig anseelse hos sin samtid. Hans skrifter, der er forfattede paa tysk og oversatte til latin, gjengiver hans iagttagelser og det faktiske overhovedet med megen tydelighed, medens hans theoretiske anskuelser, opblandet som de er med alkemistiske forestillinger, ikke fremtræder med den samme klarhed. — Det vil herom være tilstrækkeligt at nævne, at han ikke vilde erkjende svovlet som noget kemisk grundprincip eller som bestanddel af metallerne. Hvad kviksølvet angaar, vilde han vistnok ikke erkjende, at der i planternes eller dyrenes sammensætning indgik noget, der kunde betegnes som saadant, men han antog det fremdeles for en grundbestanddel af metallerne og mente, at man uden vanskelighed kunde

[1] Dette laboratorium stod under kongens livlæge Urban Hiärne (1641—1724), som foretog analyser af mineralvande og ertser. Han er den første, der (1694) har omtalt den s. k. kobbernikkel, en naturligt forekommende forbindelse af nikkel og arsen, men han søgte forgjæves deraf at uddskille kobberet, som han formodede den maatte indeholde. Hiärne har ogsaa bl. a. (1712) leveret et arbeide om myresyren, der allerede 1670 var bleven iagttaget af Englænderen John Wray.

faa kviksølvet frem af bly, sølv og antimon[1]. Kviksølvet forekom i metallerne sammen med en »terra viscosa«, som ved forkalkningen bliver »korrumperet«, saa at metallet taber sin smidighed. Boyles mening om optagelse af ponderabel ildmaterie, der deltes af de fleste af tidens kemikere, vilde han ikke slutte sig til, og han viste, at varmen i og for sig ikke veier noget, idet han veiede samme legeme i varm og kold tilstand. Men naar han skulde forklare metallernes vægtsforøgelse ved forkalkning, forstod han ikke som Boyle at skjelne mellem den absolute og den specifike vægt, idet han mente, at den mellem metallets partikler indesluttede luft gik bort, saa at metallet blev tættere og »forøgede sin pondus«. Metallernes forbrænding i svovldamp under ildfænomen forklarede han derved, at svovlets lysende og flygtige bestanddel (dets lumen og volatile) gik bort, medens dets anden bestanddel, en syre, optoges af den i metallerne indeholdte jord.

Mere interesse har de mange forskjellige iagttagelser, hvormed han har beriget kemien, og en stor del af disse er nedlagt i hans laboratorium chymicum, hans hovedværk, der først udkom flere aar efter hans død, i 1716. Han er vel den første, som har omtalt den kaustiske ammoniak og erkjendt, at den forholder sig som et etsende alkali, forskjelligt fra de milde alkalier (alkalikarbonaterne); han erkjendte ogsaa ammoniakens tilstedeværelse i alun (der gjerne fremstilledes ved tilsætning af urin). Kunckel kjendte musivguldet og brugen af salmiak ved dets tilberedning, og han var den første, som lærte at fremstille sublimat af kviksølvsulfat og kogsalt[2]. Han iagttog ogsaa guldets udfældning ved jernvitriol, og var den første, som havde en rigtig forestilling om knaldguldet, idet han fandt, at det bundfald, som fremkommer i en guldopløsning ved tilsætning af kaliumkarbonat, ikke detonerer, medens bundfaldet med ammoniak (spiritus urinæ) detonerer voldsomt, og deraf sluttede, at knaldguldets kraft ligger i ammoniaken. — Endelig kan nævnes, at han iagttog dannelsen af salpeteræther (æthylnitrat) samt udskillelsen af stearoptener i ætheriske olier.

Kunckel var ligesom Boyle en af de første, der fremstillede fosfor, men han har neppe selvstændigt opdaget fremgangsmaaden, der snarere synes at være kommen ham ihænde under et besøg i Hamburg, hvor han

[1] Dass ein Mercurius aus den Metallen kann gemacht werden, ist so wahr, als dass ich hoffe, dass meine Seele ewig leben soll.

[2] Der beste Mercurius sublimatus, so in der Chymie zu gebrauchen und mir gefallen, ist diese, wann ich ein recht hoch von aller Phlegma geschiedenes Oleum Vitrioli nehme, mit dem Mercurio vivo ana, oder so es nicht wohl rectificiret, ein Theil Mercurii und anderthalb Theil Olei, und ziehe solch Oleum davon, bis der Mercurius alles coaguliret ist. Diesen weissen Præcipitat mit Sale commune sublimiret, giebt einen schönen corrosivischen Sublimat.

var i berørelse med Brand. Han udgav 1678 et skrift von dem Phosphoro mirabili und dessen leuchtenden Wunder-Pilulæ (fosforpiller, der solgtes for 1 groschen stykket), men selve fremstillingen holdt han hemmelig. Hans fremgangsmaade ved tilberedningen af fosfor blev 1692 offentligjort af Homberg, men dette fremkaldte en protest fra Leibniz, der oplyste, at det ikke var Kunckel, som havde gjort opdagelsen. Han fremstillede ogsaa det s. k. Balduins fosfor, hvis tilberedning ligeledes var holdt hemmelig[1].

Glastilvirkning og hvad dermed staar i forbindelse havde Kunckel en særlig interesse for, og han udgav 1679 et eget skrift derom. Han har bl. a. beskrevet tilberedningen af det røde kobberoxydulglas samt af zaffer og smalte[2], ligesom han arbeidede meget med det s. k. Cassius' guldpurpur[3] samt fremstillingen af rubinglas, for hvilket sidste hans herskab i Berlin, den store kurfyrste, havde saadan interesse, at han skal have anvendt 1600 dukater til forsøg dermed. Kunckel konstruerede ogsaa et glasblæsebord for laboratoriebrug, og han har fortjenesten af at have indført den almindeligere brug af glasblæsning blandt kemikerne.

Johann Joachim Becher var født i Speyer 1635, studerede theologi, mathematik, medicin og kemi og blev efter længere studiereiser i udlandet 1666 professor i medicin i Mainz. Derfra kom han til München, senere til Wien, 1678 drog han til Holland og to aar efter til England, hvor han 1682 endte sit urolige liv. Han var en godt uddannet mand med mange kundskaber, men et ustadigt hoved og en projektmager, der ikke kunde finde sig tilrette nogetsteds. — Becher var fuldblods alkemist og troede fuldt og fast paa metalforvandlingen. Imidlertid var alle de forvandlinger, han troede at have udført, grundede paa misforstaaelser, saaledes naar han mente at have forvandlet sand til jern: han lod sanden, der selvfølgelig indeholdt lidt jern, opsuge olivenolie, hvorefter han glødede og fik frem jernkorn, der blev tiltrukne af magneten. Mest bekjendt er hans projekt at fremstille guld ved at smelte sølvmynter med søsand og et flusmiddel; ved hver smeltning skulde der dannes lidt guld, og sølvet, der ikke aftog

[1] Christoph Baldewein (Balduinus) i Sachsen opløste kridt i salpetersyre og lod det ved inddampning erholdte salt henflyde i luften, idet han mente, at det derved optog en alkemistisk materia prima, der antoges indeholdt i luften, den s. k. spiritus mundi. Det af luften optagne vand blev derpaa fradestilleret og solgtes for 12 groschen loddet, henimod $1^1/_2$ krone for vel 30 gr., en drøi pris, da pengenes værdi dengang var den mangedobbelte af nu. Under arbeidet gik en retorte itu, og paa brudstykkerne, hvor kalciumnitratet havde afsat sig, kom han til at iagttage dette salts fosforescerende egenskaber (1674).

[2] Smalte afledes af smaltum, middelalderslatin for smeltet glas.

[3] Andreas Cassius, der 1632 blev doctor medicinæ i Leyden og senere var læge i Hamburg.

i vægt, skulde bruges paany, saamange gange man vilde, saa at det ved daglig at underkastes denne behandling skulde være som en melkeko, der gav guld. Han forstod ikke, at sølvmynterne indeholdt en liden smule guld[1], og at dette var saa lidet, at sølvets vægt tilsyneladende blev uforandret. Han forelagde sit projekt for autoriteterne i Holland og stillede i udsigt, at man ved at tage større mængder sølv i arbeide skulde kunne opnaa en betydelig forøgelse af statsindtægterne, saa man kunde afskaffe told og afgifter paa den menige mands livsfornødenheder. Der blev sluttet en overenskomst, hvorved der sikredes ham et betydeligt honorar samt 2 pct. af udbyttet; prøver, der blev anstillede (rigtignok kun i mindre maalestok), gav et tilfredsstillende resultat, men sagen døde hen.

Det faldt neppe Becher ind i dette at se en ligefrem metallurgisk operation, dertil var han en altfor troende alkemist, der ved enhver leilighed tog alkemien i forsvar. I sin physica subterranea (1669) søgte han at afkræfte forskjellige indvendinger, der var fremkomne mod alkemien: hvis denne kunst virkelig existerede, saa maatte den være kjendt af kong Salomo, der sad inde med al himlens og jordens visdom, og for hvem intet var skjult; men saa kunde ikke være tilfældet, da kongen sendte skibe til guldlandet og derhos ilagde sine undersaatter skat. Denne indvending, der var fremsat af et »subtilt hoved«, tager Becher ganske au sérieux og imødegaar den udførligt; kongen, som uden tvivl var inde i alkemien, kunde alligevel have sine grunde til at sende skibene bort. Han kunde f. ex. ville lade den alkemistiske proces foregaa paa et afsides sted, for at hemmeligheden bedre kunde bevares. Og hvad skatterne angaar, saa var det en aldeles sikker sag, at keiser Leopold I kunde gjøre guld, men han havde ligefuldt skattelagt sit folk o. s. v. Becher har skrevet meget andet i denne genre; han troede bl. a., at evangelisten Johannnes havde været alkemist, og naar det i en hymne fra det 12te aarh. heder, at denne gjorde guld af grene, e virgis fecit aurum, drøftede han spørgsmaalet om disse grenes natur og kom til det resultat, at grenene har været af tamarisk, fordi han havde hørt, at jorden omkring denne busk pleier at holde guld[2].

Naar en mand som Becher har faaet en betydningsfuld plads i kemiens historie, saa ligger dette i hans theoretiske anskuelser, i hans opfatning af legemernes grundbestanddele. Denne har han vistnok ikke fremsat med megen klarhed, og om han selv — neppe fri for forfængelighed — har

[1] I ældre tid var dette ofte tilfældet. De her i Norge i det 17de aarh. af Kongsbergsølv prægede mynter, og især deleshed Fredrik III's kroner af 1669, pleiede altid at indeholde guld.

[2] Tamarisken vokser ofte paa sanden i elveleier.

fremstillet den som noget væsentligt nyt, saa var den dog i grunden den gamle alkemistiske. De tre principia chymica, mercurius, sulphur og sal, har hos Becher optaget, hvad der laa i tiden, de er blevne moderniserede og har faaet nye navne. Men ved siden deraf fik begrebet sulphur en større almindelighed og derigjennem en særlig fremtrædende betydning, og det er dette sidste, som er det væsentlige i Bechers lære.

Alle ting, navnlig alle corpora subterranea, mineralske stoffer, med hvilke Becher især beskjæftigede sig, er i mere eller mindre grad sammensatte, noget absolut enkelt existerer ikke. De enkleste, mindst sammensatte legemer betegnes som mixta simplicia, de øvrige efter graden af deres sammensætning som composita, decomposita og supercomposita. Som de egentlige grundbestanddele for alle de sammensatte legemer opstilles foruden jord og vand som de fjernere (hvad man i samtiden kaldte de passive), isærdeleshed de tre nærmere (aktive) principer, for hvilke han ogsaa bruger betegnelsen jord, terra, et ord, som overhovedet af ham benyttes meget og i forskjellige betydninger. Terra prima, fusilis eller lapidea, repræsenterer det ildfaste og glasdannende (sal), terra secunda eller pinguis, der er noget fugtigt eller fedtartet, repræsenterer det brændbare (sulphur), medens terra tertia eller fluida repræsenterer den metalliske smidighed, smeltbarhed og flygtighed (mercurius). Disse tre slags terra indeholdes i metallerne, men i forskjellige forhold. — Det almindelige svovl antages, overensstemmende med den i tiden herskende anskuelse, sammensat af en sur bestanddel samt terra pinguis, den bestanddel, der overhovedet bevirker brændbarhed. — Forbundne med vand danner de tre nærmere grundbestanddele saltene, og paa lignende vis dannes ogsaa en acidum universale eller primigenium, en ursyre eller primitivsyre, der er modersubstantsen for de forskjellige slags syrer og meddeler dem deres aciditet.

Bechers anskuelser var neppe synderligt paaagtede i samtiden; men de indeholder et væsentligt moment, at der gives en særegen bestanddel, terra pinguis, der er aarsag til al brændbarhed, samt at denne bestanddel ogsaa indeholdes i metallerne. Dette blev noget senere fremhævet og optaget af Stahl og blev saaledes grundlaget for hans theori om flogiston — et i alle brændbare legemer samt i metallerne indeholdt ildstof, som ved forbrændingen og forkalkningen undviger, en theori, som nu gjennem flere menneskealdere, gjennem den allerstørste del af det 18de aarh., blev den ene herskende i kemien.

VII.

Stahls tid.

Lord Verulam siger i sit skrift de dignitate et augmentis scientiarum, at man ved alkemien kommer at tænke paa den mand, der sagde til sine sønner, at han efterlod dem en skat af guld nedgravet i sin vingaard; alt det sønnerne gravede, fandt de ikke guldet, men de kom dog til velstand, idet den stærkere bearbeidelse af jorden skaffede dem rigere vinhøst. Paa lignende maade har den frugtesløse stræben efter at gjøre guld givet et rigt udbytte i de mangfoldige andre opdagelser, den har foranlediget. — De gjennem disse erhvervede kemiske kundskaber og erfaringer repræsenterede virkelig ogsaa, som vi har seet, ved udgangen af det 17de aarh. en ikke uanseelig videnskabelig skat, men endnu henlaa dette guld i løse stykker og var ikke støbt sammen til noget helt eller slaaet til mynt med ensartet præg. Det første skridt til at forene og sammenknytte disse løsrevne kundskaber, eller ialfald en meget stor del af dem, under et mere almindeligt synspunkt, var Stahls hypothese om flogiston.

Georg Ernst Stahl var født i Ansbach 1660 og blev 1687 livlæge i Weimar, hvorefter han 1694 som professor i medicin kom til det nyoprettede universitet i Halle; derfra kaldtes han 1716 som livlæge til Berlin, hvor han døde 1734.

Grundlaget for flogistonlæren var, som allerede nævnt, Bechers antagelse af en terra pinguis som aarsag til al brændbarhed. I Stahls første kemiske skrift, zymotechnia fundamentalis (1697) sluttede han sig til Becher, og da han 1702 paany udgav dennes physica subterranea med et tilføiet specimen Becherianum, sagde han udtrykkeligt, at det var Bechers lærdomme, han fremsatte — Becheriana sunt, quæ profero. I 1718 udviklede Stahl sine ideer nærmere i Zufällige Gedanken und nützliche Bedenken über den Streit von den sogenannten Sulphure, og endelig udkom 1731 hans experimenta, observationes, animadversiones, CCC numero, chymicæ et physicæ; men efterat han nu havde givet sin theori

en langt mere omfattende almindelighed, fremstillede han den ikke længere som hentet fra Becher, men hævdede den for sig selv — observationem, quam produco, bono jure mihi vindico.

I zymotechnia har Stahl beskrevet et experimentum novum, verum sulphur arte producendi, som han tillagde stor betydning. Hans fremgangsmaade ved denne »kunstige fremstilling af svovl« var at binde svovlsyren til et alkali, gløde det dannede sulfat med kul og af den erholdte svovllever ved en syre udfælde svovlet. Da han paa denne maade af svovlsyren fremstillede svovl ved hjælp af det samme middel, som man brugte for af metalkalkene at faa frem metallerne, nemlig ophedning med kul, sluttede han, at svovlet forholdt sig til svovlsyren paa samme vis som metallerne til metalkalkene; begge, baade svovlet og metallerne, var sammensatte stoffer og indeholder foruden henholdvis svovlsyre og metalkalk (jordartede bestanddele) tillige et og samme særegne stof, der er aarsagen saavel til brændbarheden som til de metalliske egenskaber. For at betegne dette var det, han istedetfor de tidligere brugte benævnelser, sulphur, oleum eller terra pinguis, indførte det fra græsk laante ord flogiston, der vistnok tidligere af og til havde været brugt, men som først nu fik mere almindelig gyldighed.

Flogiston er altsaa en i alt brændbart indeholdt bestanddel, der ved forbrændingen eller forkalkningen forlader vedkommende stof; naar det undviger, antager det en meget hurtig hvirvlende bevægelse (ilden)[1]. Stahl kjendte godt til, at hverken forbrænding eller forkalkning kan foregaa uden tilgang af luft; men han tænkte sig luften kun virkende som et medium, i hvilket det undvigende flogiston kunde udbrede sig, dog ikke i ubegrænsede mængder, men saaledes at et vist volum luft ikke var istand til at optage mere end en vis mængde flogiston. Foruden ved forbrændingen udbredes ogsaa flogiston i luften ved forraadnelse og andre processer, fra luften kommer det til planterne, gjennem disse til dyrene, og fra den organiske natur overføres det til den mineralske og metalliske.

Stahl mente ikke at have fremstillet flogiston i ren tilstand, men han antog, at kul var meget rigt derpaa, og at navnlig visse sorter rene kul som sod af terpentinolie o. dsl. paa det nærmeste var at betragte som rent flogiston. Naar man derfor opheder metalkalkene, eller svovlsyre og fosforsyre i deres salte, med kul, vil de fra dette optage flogiston og gaa over til metal, svovl eller fosfor; naar saa disse atter brænder eller forkalkes, vil flogistonet gaa bort igjen. — Det, vi nu kalder reduktion eller

[1] Ilden er ikke noget bestemt stof, non est res quædam absoluta, men en mængde smaapartikler, der befinder sig i en yderst heftig hvirvlende bevægelse — siges der i specimen Becherianum.

borttagen af surstof, opfattedes saaledes som optagen af flogiston, og omvendt, hvad vi kalder oxydation eller optagen af surstof, opfattedes som borttagen af flogiston.

Det var ikke blot brændbarhed og metallisk tilstand, men ogsaa andre egenskaber, f. ex. farve, som tænktes knyttet til et indhold af flogiston. Det var ogsaa dette, som satte metallerne istand til at forbinde sig med svovl og med syrer; naar metallerne ved forkalkning havde mistet sit flogiston, var de ikke mere istand dertil. At metaloxyderne ikke skulde kunne forbinde sig med syrer, var en misforstaaelse, som imidlertid grundede sig paa visse stærkt glødede oxyders tunge opløselighed i syrer; derimod er det ganske rigtigt, at det er selve det regulinske metal, som forbinder sig med svovl.

At et og samme stof kunde optage forskjellige mængder flogiston, troede Stahl at kunne paavise for svovlets vedkommende, der dannede baade svovlsyre og svovlsyrling; han var overhovedet den første, som forstod, at svovlsyrlingen er noget ganske andet end svovlsyren, og at man derfor maa skjelne mellem to syrer af svovlet, acidum fixum og acidum volatile. Den sidstnævnte opfattede han ganske rigtigt som staaende imellem svovlsyren og svovlet — som flogisticeret svovlsyre, indeholdende mere flogiston end svovlsyren, og mindre flogiston end svovlet. Stahl var ogsaa den første, der fremstillede salte af svovlsyrlingen, og kaliumsulfit kaldtes efter ham længe for Stahls svovlsalt. — Svovlsyren synes Stahl at have betragtet som den egentlige primitivsyre, af hvilken de øvrige mineralsyrer var modifikationer. Ved at optage flogiston fra forraadnende substantser gaar den over til salpetersyre.

Blandt Stahls mange andre iagttagelser kan nævnes, at han erkjendte, at det i galmei og messing indeholdte metal var zink. Naar man fremstillede messing af kobber og galmei, mente man i almindelighed, at messingen indeholdt galmeien som saadan, og Stahl selv delte oprindelig (1702) denne mening og saa deri et exempel paa, at en jordartet substants kunde legere sig med et metal. Kunckel havde derimod opstillet den rigtigere mening, at galmeien afgav sin merkurialske (metalliske) bestanddel til kobberet, og Stahl kom ogsaa senere (1718) til erkjendelse af sammenhængen, at galmeien optog flogiston fra kullet i digelen og derved reduceredes til metallisk zink, som gik i legering med kobberet. Fra nu af var zink erkjendt som et særeget metal, og man begyndte omkring 1730 i England at fremstille det i det store. — Stahl kjendte ogsaa jernsyren, kaliumferrat, hvis stærkt farvede opløsning han erholdt ved at ophede jern med salpeter, og kemien skylder ham idetheletaget mangfoldige iagttagelser.

Hvor godt end hypothesen om flogiston forklarede oxydations- og reduktionsprocesserne og dermed overhovedet de fleste af de kemiske fænomener, man til den tid havde beskjæftiget sig med, formaaede den dog ikke at forklare det vel kjendte forhold, metallernes tiltagen i vægt ved forkalkningen, — tværtimod, den ligefremme konsekvents af, at noget gik bort, maatte jo være, at vægten aftog. Stahl var langtfra blind for dette og siger selv, at flogiston gaar bort, uagtet man ser, at vægten tiltager, og det optages igjen ved alle reduktioner tiltrods for, at vægten aftager; imidlertid gik han ikke nærmere ind paa dette spørgsmaal, og han tillagde det vel heller ikke — som det af det senere følgende vil forstaaes — nogen væsentlig betydning. Dette kom ogsaa ligesom at staa i skyggen for det klare lys, som theorien forøvrigt kastede over alle de i forbindelse med forkalkningen og forbrændingen staaende fænomener, og blendede af dette sluttede ogsaa de allerfleste af det 18de aarhundredes kemikere sig til Stahl, saa at flogistonlæren nu i lange tider blev den almindeligt herskende. — Imidlertid var der dog nogle af Stahls samtidige, og navnlig hans landsmand Friedrich Hoffmann samt hollænderen Hermann Boerhaave, som ikke sluttede sig til den. De havde vistnok om forbrændingen i almindelighed lignende anskuelser som Stahl, at noget gik bort; men de vilde ikke erkjende, at metallernes forkalkning ogsaa var en forbrænding, og da fik de ikke øie paa det, som var den væsentligste fordel ved flogistontheorien, og forstod ikke dens vidtrækkende og samlende betydning.

Friedrich Hoffmann var født 1660 i Halle, studerede i Jena og reiste derefter til England, hvor han kom i berørelse med Boyle. Han blev 1693 medicinsk professor i sin fødeby, hvor han med en kortere afbrydelse, idet han 1709—12 var kongelig livlæge i Berlin, virkede til sin død 1642. Hans talrige skrifter, som udmærker sig ved klar og grei fremstilling, er hovedsageligt af medicinsk indhold, men omhandler ogsaa meget, der er af betydning for kemien. Han har saaledes undersøgt et stort antal mineralvande, og han er den første, der har inddelt disse paa en rationel maade, i alkaliske vande, jernvande, bittervande og saltvande, og som har gjort opmærksom paa, at de stadigt indeholder kulsyregas. Han har ogsaa først erkjendt bittersaltet og paavist, at bitterjorden (magnesia) og alunjorden er eiendommelige jordarter, forskjellige fra kalk, hvortil man ellers pleiede at henføre dem. Bittersaltets eiendommelighed erkjendte han hovedsageligt ved krystalformen og smagen, men ikke ved egentlige kemiske reaktioner, som overhovedet endnu kun lidet benyttedes; imidlertid brugte han dog enkelte saadanne, idet han f. ex. paaviste alkaliske vande ved brusningen med syrer, samt kogsaltet derved, at det

med salpetersyre gav kongevand. Hoffmann forbedrede fremstillingen af æther[1], som han anvendte i medicinen, blandet med alkohol (Hoffmannsdraaber). Da ætheren, spiritus vini vitriolatus, fremstilledes ved hjælp af svovlsyre, antog man ialmindelighed, at den indeholdt svovlsyre som bestanddel. Hoffmann mente derimod, at ætherdannelsen kunde tænkes at foregaa derved, at svovlsyren tog vandet fra alkoholen; denne sidste antog han sammensat af vand og en olie, hvilken sidste da, naar vandet udtraadte, indgik i ætheren. — Som erfaren læge bestred Hoffmann, at vædskernes sure eller alkaliske reaktion kunde være sygdomsaarsager, og han var overhovedet en af dem, der kraftigst bekjæmpede de iatrokemiske lærdomme, som endnu adskillige af tidens læger holdt paa.

Hermann Boerhaave (Boerhave) var født 1668 og virkede fra 1702 til sin død 1738 som professor i medicin, senere ogsaa i kemi og botanik, ved universitetet i Leyden. Han var en udmærket og høit anseet læge, men har ogsaa indlagt sig stor fortjeneste af kemien, og især deleshed har han ved sin velordnede og klart skrevne lærebog, hvor stoffet er behandlet med fuld selvstændighed, betydeligt fremmet studiet af denne videnskab og bidraget til dens udvikling.

Stahls flogistontheori omtaler Boerhaave ikke ligefrem, men man kan se, at han kjendte den og tog en vis afstand fra den; imidlertid stemmer hans anskuelser forsaavidt overens med Stahls, at han i brændbare stoffer antog en egen bestanddel, et pabulum eller alimentum ignis (ildnærende stof), der ved forbrændingen gik bort. Han holdt ligeledes svovlet for sammensat af en sur bestanddel og en brændbar, oleum inflammabile concretum cum acidissimo oleo vitrioli. Men han holdt ikke denne bestanddel for at være den samme i de forskjellige slags brændbare stoffer, og heller ikke vilde han gaa ind paa, at metallerne skulde indeholde nogen saadan bestanddel bundet til metalkalkene. Han vilde overhovedet ikke erkjende, at metalkalkene eller stoffer af jordartet natur kunde være bestanddele af metallerne, og han nærede om disses sammensætning anskuelser, der nærmest helder mod de gamle alkemistiske, om et svovlartet og et merkurialsk princip[2].

---

[1] Kemikernes opmærksomhed var bleven henledet paa æther ved en opsats i philosophical transactions for 1730 af Aug. Frobenius, en i London bosat tysker, der dog holdt fremstillingen hemmelig.

[2] Medens de gamle mente, siger han, at metallernes bestanddele var kviksølv forenet med et andet princip, saa antager nu for tiden de fleste, at en slags jordart indgaar i metallernes sammensætning. Jeg for min del kan ikke finde, at der er nogen bestanddel af metallerne, som kunde fortjene navn af en jordart, og jeg har anstillet mangfoldige forsøg, men noget saadant har jeg ikke kunnet finde.

Boerhaave holdt hvert aar en række forelæsninger over kemi. Da der 1724 under titelen institutiones et experimenta chemiæ uden hans vidende eller samtykke var udkommet en udgave af disse, der indeholdt de groveste urigtigheder, saa han sig nødt til selv at udgive dem[1], og de udkom da 1732 under titelen elementa chemiæ; bogen var skrevet paa latin, men blev straks oversat paa tysk, fransk og engelsk, fik stor udbredelse og blev i lange tider meget benyttet. Da dette vigtige værk giver en fuldstændig oversigt over tidens viden paa kemiens forskjellige omraader, vil en kort gjennemgaaelse være af interesse. Det bestaar af to bind, af hvilke det første atter er delt i to dele, de historia artis, der er ganske kort, samt de artis theoria, der optager den allerstørste del af bindet.

Der begyndes med en kort foreløbig oversigt over de stoffer, som kemien beskjæftiger sig med: 1) metallerne (6 foruden kviksølvet, der medregnes med et vist forbehold), 2) saltene (kogsalt, salpeter, borax, salmiak o. l.), 3) svovl (hvorunder ogsaa arsenforbindelser, petroleum, bitumen, rav m. m.), 4) stenene og 5) halvmetaller. Disse sidste deles atter i: I. Vitrioler, bestaaende af et metal og en syre, af hvilke kun omtales sulfater[2], og hvoraf det bl. a. sees, at den hvide vitriol (zinkvitriol) endnu ikke var nærmere kjendt. II. Svovlmetaller, hvorunder bl. a. nævnes zinnober og antimon, om hvilket sidste der siges, at det bestaar af virkeligt svovl samt en bestanddel, der ligner metallerne; hvis det ikke var sprødt, vilde man her have det syvende virkelige metal. Endelig III. forskjellige ertser, jernertser som blodsten og magnetjern o. a. Disse 5 afsnit om mineralriget følges af 2 om plante- og dyreriget. Som første bestanddel af planterne antages et subtilt og imponderabelt stof, spiritus rector[3], hvis forekomst man navnlig kan iagttage hos de flygtige olier, hvem det meddeler deres forskjellige egenskaber og arom.

[1] Aldrig havde jeg tænkt, siger han i fortalen, at jeg skulde komme til at skrive kemi, men det er gaaet anderledes, end jeg tænkte. En utaknemmelig sjæl blandt mine tilhørere, der paa en skammelig maade søgte at skaffe sig vinding, forbitrede mig de kemiske forelæsninger ved under mit navn at udgive institutiones et experimenta chemiæ, hvor der næsten paa hvert eneste blad tillægges mig de mest urigtige, latterlige og barbariske ting. Bogen fandt mange kjøbere, og der var dem af mine tilhørere, som ikke generede sig for at tage den med paa forelæsningerne og vise mig den lige i mine aabne øine. — Boerhaave tog sig saa nær af dette, at han vilde ophøre med forelæsningerne, men man fik ham dog bevæget til at vedblive og til selv at besørge en udgave.

[2] Ellers bruger Boerhaave udtrykket vitriol i mere udstrakt betydning, f. ex. om kviksølvnitrat, argenti vivi vitriolum, samt om kviksølvsublimat, der karakteriseres som en af kviksølv og saltsyre bestaaende vitriol: Basis hujus Vitrioli Argentum vivum purissimum, altera pars est spiritus salis Marini.

[3] Cotyledones ut plurimum balsamo scatent propriis in loculis reposito; id olei videtur elaboratum ultimum humidum, quod planta paratum reponit in promptuariis hic natis. In eo

Efter de tre naturriger kommer de 4 elementer, af hvilke det vigtige afsnit om ilden, som Kopp med rette har betegnet som klassisk, optager omtrent trediedelen af hele første bind; det er illustreret ved udførligt beskrevne forelæsningsforsøg. Efter et resumé af varmelæren kommer forbrændingen, de alimento ignis, hvor der dvæles meget udførligt ved forbrændingen af alkohol og vises, at der, selv af den paa det alleromhyggeligste tørrede og rektificerede alkohol, dannes en betydelig mængde vand. Der stilles spørgsmaal, om vandet allerede forud skulde hænge ved alkoholen, men være bundet paa en særegen maade, saa det først ved forbrændingen kommer tilsyne, — eller om ildens kraft overfører alkoholen til vand ved en virkelig forvandling. Uden at noget afgjørende herom udtales, resumeres den fastslaaede kjendsgjerning derhen, at det i alkoholen indeholdte pabulum, naar ilden har brugt det, efterlader vand, medens det selv undviger og ikke kan sees[1]. Derefter omhandles varmefænomenerne ved blanding af vædsker eller opløsning af salte, samt fosfor og pyrofor. Man finder her for første gang i et kemisk værk beskrevet thermometret, hvis brug nu begyndte at blive mere almindelig[2]; det anvendes her til paavisning af den ved blanding af alkohol og vand stedfindende varmeudvikling, der neppe tidligere havde været iagttaget. — Efter ilden omhandles luften. Dens virkning ved forbrændingen anser Boerhaave for en mekanisk, og dens forhold til forkalkningen tilskriver han visse i luften indeholdte saltartede eller svovlartede dele[3]. Sluttelig afhandles vand og jord. Den endnu blandt kemikerne almindelige mening, at vandet ved destillation forvandles til jord, bliver her for første gang imødegaaet, idet Boerhaave støtter sig til selvstændige forsøg.

---

pars est oleosa, tenax, humida arcens aliena, embryonem defendens, inque tenacitate sua illigans retinensque tenuem, purum, facile avolaturum, spiritum, qui ultimam actionum in plantis metam constituit, qui Spiritus Rector, Sulphuris incola, Archæus, naturæ Famulus, Alchemistis audit. — — — in hoc spiritu fragrans odor, sapor proprius, plantæ, quin et color singularis ab eo, multum pendet. Hunc Isaacus Hollandus appellat sua phrasi Quintam essentiam. — — — Est ille agilis, odoratus, sapidus, ignis filius. Qui effectuum incredibilium vera causa. Ille igitur oleis innatus, in iis retentus et ligatus, illa imbuit virtute singulari, satis efficaci, neque alibi invenienda.

[1] Pabulum Ignis, Igne consumtum, aquam relinquet, evadit vero ipsum adeo tenua, ut in chaos aerium dilapsum, haud appareat ultra sensibus.

[2] Gabriel Daniel Fahrenheit (1686—1736), en Danziger af fødsel, der levede i Holland og England, var den første, som forfærdigede nøiagtige thermometre, først fyldt med spiritus, senere (omkring 1715) med kviksølv, og forsynede med den efter ham opkaldte skala.

[3] Disse bestanddele, der angriber metallerne stærkt, findes i forskjellig mængde i luften paa de forskjellige steder af jorden. De indeholdes især deleshed i betydelig mængde i luften i Amerika og navnlig paa Bermudasøerne, som alle englændere bevidner.

Fra disse 4 instrumenta artis et naturæ gaar han over[1] til afsnittet de menstruis, næst afsnittet om ilden det vidtløftigste. Menstruum betyder egentlig et opløsningsmiddel, men bruges her for idetheletaget at betegne kemisk virksomme stoffer af alle slags, flydende saavelsom faste, olier, spiritus, alkalier, syrer og salte. Disses gjensidige virkning betragtes som beroende paa affiniteten; men medens denne oprindelig tænktes virkende mellem stoffer, der var indbyrdes beslægtede, fremhæver Boerhaave, at den netop virker mellem stoffer, som er af forskjellig natur og ikke beslægtede. Selve udtrykket affinitet var endnu ikke kommet almindelig i brug, og Boerhaave benytter det heller ikke meget, idet han gierne bruger en omskrivning; naar f. ex. metallerne opløses af en syre eller guldet af kongevand, foregaar dette formedelst en vis kraft, ifølge hvilken opløsningsmidlets dele tiltrækker delene af det opløste stof i høiere grad end de frastøder dem — magis ex amore quam odio. — Under den nærmere gjennemgaaelse af de forskjellige slags menstrua finder man udførligt omhandlet spørgsmaalet om alkaliernes oprindelse, et problem, som i lange tider havde været drøftet af kemikerne. Baade van Helmont og Boyle og med dem de allerfleste af deres samtidige, ligesom senere ogsaa Stahl, var af den mening, at alkalierne, som fandtes i asken fra planterne, ikke indeholdtes i selve den levende plante, men først dannedes ved dens forbrænding[2], og Boerhaave slutter sig hertil. — Hvad syrerne angaar, ser man, at de vigtigste af plantesyrerne (acida vegetantium nativa) vel var kjendt, men ikke holdtes nærmere ud fra hverandre og heller ikke med bestemthed skjelnedes fra edikesyren. De organiske syrer antoges at adskille sig fra mineralsyrerne (acida fossilia) derved, at de ikke som disse kunde forbinde sig med ædle metaller.

Medens det første bind af Boerhaaves elementa saaledes meddeler et mere almindeligt overblik over kemien, giver det andet bind en række mere detaillerede forskrifter til fremstillingen af de forskjellige præparater, tilligemed en fuldstændigere beskrivelse af disse. Under planteriget, der først omhandles, finder man foruden alkohol, edikesyre og en hel del rent farmaceutiske præparater, tillige omhandlet de forskjellige alkaliforbindelser[3]. Under dyreriget omhandles bl. a. salmiak, der angives at komme fra

[1] Agite, auditores ornamentissimi, transeamus alacres ad aliud negotium!

[2] Idet planterne mentes at indeholde visse fjernere bestanddele, der først ved ildens paavirkning fik anledning til at træde sammen og danne alkalier.

[3] Alkalikarbonat, alcali fixum eller sal alcalinus, sal vegetantium acer, sal tartari, cineres clavellati (potaske), salia Tacheniana, — kalihydrat, sal acerrimus cum calce viva, — de organiske syrers kalisalte som syresalt og de forskjellige slags tartarus, vinsten, hvorunder tartarus tartarisatus, normalt kaliumtartrat, samt tartarus regeneratus, der er kaliumacetat, fremstillet af sal tartari og edikesyre.

Ægypten, hvor den efter forskjellige samtidige beretninger sublimeredes af kamelmøg[1]; videre ammoniumkarbonat, sal volatilis alcalinus. Præparaterne af mineralriget begynder med salpeter, nitrum, under hvilket kan mærkes nitrum alcalisatum, det ved forpufning af vinsten og salpeter erholdte alkalikarbonat; derefter kommer kogsalt. Endelig kommer svovlforbindelser, saavel svovllever[2] som tunge metallers sulfider, og tilslut de øvrige præparater af tunge metaller, tilligemed de af dem erholdte præparater; blandt saadanne kan her nævnes den ved tør destillation af blysukker erholdte brændbare vædske (aceton), hvis forskjellighed fra den almindelige spiritus Boerhaave erkjendte. Ialt er der 227 forskjellige forskrifter, 88 under planteriget, 39 under dyreriget og 100 under mineralriget. Da der overalt tages mere hensyn til stoffernes oprindelse end til selve deres egenskaber, kan substantser, der i virkeligheden er identiske, komme til at behandles som forskjellige, saaledes alkalikarbonatet, der ikke blot opføres under planteriget, men ogsaa som nitrum alcalisatum under mineralriget.

---

[1] I Europa blev salmiak neppe fremstillet fabrikmæssigt før i den sidste halvdel af det 18de aarh. Den første salmiakfabrik skal være anlagt af Baumé 1770.

[2] Svovllever ansaaes for en forbindelse af svovl og alkali. Svovlet bliver opløst i sine to bestanddele, den sure bestanddel (acidum), der optages af alkaliet, samt oleum (flogiston), der ikke undviger, men indgaar forbindelse saavel med alkaliet som med den sure bestanddel, saa det dannede svovllever bliver »acido, alcali et oleo constans«.

VIII.

Flogistontiden.

Gjennem Stahl og hans skole blev nu Berlin i længere tid et vigtigt sæde for det kemiske studium. Denne hovedstad havde ogsaa, ligesom tidligere London og Paris, faaet et videnskabeligt selskab[1], hvis skrifter først udkom paa latin (Miscellanea Berolinensia), men senere, efterat det af Fredrik II var bleven reorganiseret, paa fransk, som da var verdenssproget[2]. Blandt Berlinerakademiets medlemmer er, foruden Stahl og Hoffmann, især deleshed følgende at nævne: Caspar Neumann (1683—1737), professor i kemi ved collegium medico-chirurgicum samt første hofapotheker, hvis forelæsninger udkom under titelen chymia medica dogmatico-experimentalis (1749—55), samt Johan Theodor Eller (1689—1760), der først havde været jurist, men blev derefter læge; han studerede i Paris under Homberg og Lemery og blev 1724 professor i anatomi ved det nævnte collegium. Begge disse var dygtige lærere, og om de end ikke har leveret meget videnskabeligt arbeide, har de dog øvet en betydelig indflydelse og i høi grad bidraget til udbredelse af kemiske kundskaber. Neumann efterfulgtes af Johann Heinrich Pott (1692—1777), som oprindelig var bestemt for theologien, men efterat have hørt Stahls og Hoffmanns forelæsninger gik over til kemien. Han laa

---

[1] Selskabet, der var stiftet 1700, men først traadte i virksomhed 1711, havde under Fredrik Wilhelm I's regjering kun havt liden fremgang, idet kongen, om han end havde nogen agtelse for kemi og medicin, dog idetheletaget ikke var gunstigt stemt for videnskaberne. Akademiets første præsident var Leibniz, men efter dennes død (1716) satte kongen mindre anseede mænd til dets præsidenter og vicepræsidenter, og haanede det ligefrem ved (1731) at beordre disses aarspenge opført »sub Titulo Vor die sämtliche Königl. Narren«, hvilken »odiöse Ausgabe« først bortfaldt 1740. Kongen havde 1723 besluttet at bygge et kemisk laboratorium og bemærker desangaaende: »Die Operationes Chymicæ werden zwer Impensa machen, jedoch aber dürfen wir dafür Douceurs zu gewarten haben, wann wir die Præparation und den Debit des Siegel-Lacks unice werden erhalten«. A. Harnack, Geschichte d. kgl. Akad. d. Wissensch. Berlin 1900. I.

[2] Under afhandlingernes titel staar gjerne »Traduit de l'Allemand«.

stadig i strid med Eller og sine andre kolleger og afbrød tilslut enhver forbindelse med akademiet. Pott var ellers en dygtig experimentator og har især deleshed gjort sig bekjendt ved undersøgelser af mineralers og jordarters forhold i høiere temperaturer, angaaende hvilket han i sin lithogeognosia (1746—1751) nedlagde en overordentlig stor mængde iagttagelser. Den betydeligste og mest anseede kemiker var imidlertid Andreas Sigismund Marggraf, der var født 1709 i Berlin, hvor hans far var apotheker, og som efter Eller blev direktør for akademiets fysiske klasse; han døde 1782. Marggraf var en ved reiser og grundige studier omhyggeligt uddannet skarp iagttager, hvis mange og betydelige arbeider vi senere flere gange vil komme tilbage til; han havde opmærksomheden meget henvendt paa stoffernes kemiske reaktioner og lagde mere vægt paa disse end de fleste af hans samtidige. Blandt Marggrafs elever kan mærkes Valentin Rose (den ældre, 1735—1771), apotheker og medicinalassessor i Berlin, fra hvem flere navnkundige kemikere nedstammer. Hans navn er knyttet til den bekjendte letsmeltelige legering (Roses metal). Af tyske kemikere udenfor Berlin er at nævne Johann Georg Gmelin (1674—1728), apotheker i Tübingen, uddannet under Hiärne i Stockholm; han er ligeledes stamfar til en hel slægt af kemikere, og af hans tre sønner var den ældste apotheker og de to andre professorer i deres fødeby. — Ved siden af Berlinerakademiet opkom ogsaa flere andre lærde selskaber i Tyskland, saaledes bl. a. videnskabernes selskab i Göttingen 1751, under Albrecht v. Hallers forsæde, samt akademiet i München 1759.

I Frankrige, hvor flogistonlæren snart blev udbredt, især deleshed ved det af livlægen Jean Baptiste Senac (1693—1770) i 1723 udgivne nouveau cours de chymie, suivant les principes de Newton et Stahl, efterfulgtes Homberg og Lemery af en hel række kemikere: Étienne François Geoffroy, født 1672, og fra 1707 til sin død 1732 professor ved jardin du roi, hans yngre bror Claude Joseph Geoffroy (1685—1752), Jean Hellot (1685—1766) og Guillaume François Rouelle (1703—1770), demonstrator ved jardin du roi[1], en høist original personlighed,

[1] Det vil erindres, at der ved jardin du roi foruden professoren tillige var ansat en demonstrator. Hoefer fortæller, at professoren, Claude Louis Bourdelin (1696—1777), pleiede at slutte sine forelæsninger saaledes: dette er altsaa principerne og theorien for denne operation, og nu vil hr. demonstratoren vise den ved sine experimenter. Bourdelins forelæsninger vakte kun liden interesse, men naar Rouelle viste sig, blev tilhørerne i høi grad opmærksomme; rigtignok viste ikke forsøgene det, som Bourdelin havde ment, men snarere det modsatte, saa professorens theorier regelmæssigt blev tilintetgjorte af demonstratoren. Rouelle blev meget ivrig under sit foredrag og kunde tale sig saa varm, at han tog paryk, kjole og vest af.

der har havt stor indflydelse paa kemien i Frankrige. Endvidere er at nævne den ikke blot som kemiker, men ogsaa som fysiker, meteorolog, fysiolog og botaniker høit anseede Henri Louis Duhamel du Monceau (1700—1781), elev af Lemery og den ældre Geoffroy, samt Pierre Joseph Macquer (1718—1784), siden 1770 professor ved jardin du roi, fra hvis haand man har en række velskrevne lærebøger samt en dictionnaire de chymie (1766 og 1768), der nød megen anseelse; fremdeles Mathieu Tillet (1714—1791) samt en hel del dygtige kemikere inden apothekerstanden, blandt hvilke Antoine Baumé (1728—1804)[1] og Louis Claude Cadet (1731—1799), hvis navn er knyttet til kakodyloxydet, som han fremstillede 1760.

Paa de britiske øer, hvor der ved siden af royal society oprettedes lignende selskaber i Dublin (1787) og Edinburg (1788), var den videnskabelige interesse især deleshed optaget paa det felt, som Isaac Newton (1672—1726) havde aabnet, mathematikens anvendelse paa naturforskningen, men kemien var endnu ikke nok udviklet til at kunne tage del i dette. I den nærmeste tid efter Boyles død er af mere fremtrædende engelske kemikere neppe andre at nævne end Stephen Hales (1677—1761), en prest, som indgaaende beskjæftigede sig med studiet af gasarterne. Hans hovedværk er statical essays, hvis første del, vegetable staticks (1727) i 6te kapitel indeholder analysis of the air; man skylder ogsaa Hales de første nøiagtigere maalinger af blodtrykket samt af saftstrømmen i planterne. I lægen William Cullen (1710—1790), der holdt forelæsninger over kemi i Glasgow og Edinburg, havde man en dygtig lærer, der i høi grad bidrog til at holde interessen for kemien vedlige. Af hans elever er først og fremst at nævne Joseph Black (1728—1799), der, da Cullen var gaaet over til professor i medicin, efterfulgte ham paa den kemiske lærestol i Edinburg, hvor han virkede en menneskealder; han var en fremragende lærer og dygtig experimentator og har foruden de kemiske arbeider, vi senere kommer til at omtale, tillige leveret fysiske, navnlig om den latente varme. En samtidig af ham var Henry Cavendish (1731—1810), der tilhørte en rig og fornem familie, men levede i tilbagetrukken ensomhed udelukkende for videnskaben. Cavendish har bl. a. opdaget vandstoffet og bestemt den atmosfæriske lufts natur; han havde en grundig mathematisk uddannelse, og med samme skarpsindighed og nøiagtighed som i kemien bearbeidede han ogsaa fysiken, hvor han bl. a. har leveret et mærkeligt arbeide over metallernes specifike varme. Joseph Priestley (1733—1804) var ud-

[1] Baumés aræometer blev konstrueret 1768—69.

dannet som theolog og levede i smaa og trykkende kaar som sproglærer og prest, da han begyndte at beskjæftige sig med naturvidenskaberne. En bedre lønnet ansættelse hos en rig privatmand gav ham i 40-aars alderen nogle aars uafbrudt otium til det arbeide, der har sikret ham en fremtrædende plads i kemiens historie. Efter en tids forløb blev han imidlertid uenig med sin velynder og blev prest ved en dissentermenighed i Birmingham, hvor han indviklede sig i politiske og religiøse stridigheder, der tilslut gjorde ham det umuligt at forblive i England, saa han, 1795 udvandrede til Nordamerika. Priestley har udgivet en mængde skrifter, hvoraf dog de fleste behandler theologiske, metafysiske og politiske spørgsmaal; hans naturvidenskabelige skrifter omhandler elektricitet, optik og kemi. Hans landsmand Thomson siger i sin history of chemistry, at han som elektriker var respektabel, som optiker kun en kompilator, men som kemiker en opdager. Han har ogsaa i virkeligheden fundet meget nyt, der har havt den største betydning, men hans undersøgelser er ikke udført efter nogen konsekvent anlagt plan; de er uden indbyrdes sammenhæng, heller ikke indgaaende bearbeidede, og han synes ikke at have havt den fulde erkjendelse af deres virkelige videnskabelige betydning. — Noget yngre var irlænderen Richard Kirwan (1750—1812), der begyndte som advokat i London, men senere gik over til at dyrke naturvidenskaberne, særdeleshed kemi, mineralogi og geologi; siden 1790 virkede han i Irland som præsident for det derværende akademi.

Ogsaa i de øvrige lande i Nordeuropa blev der oprettet akademier og lærde selskaber. Ved akademiet i St. Petersburg, der stiftedes 1725, virkede Michailo Wassiliewitsch Lomonossow (1711—1765), en mærkelig personlighed, der baade som kemiker og som fysiker var langt forud for sin tid. Han udgav 1763 det første kemiske værk, som er forfattet paa det russiske sprog. — Videre oprettedes lærde selskaber i Upsala 1728, i Stockholm 1739, i Kjøbenhavn 1742, i Haarlem 1754 samt endelig i Trondhjem 1760; det sidste selskab, til hvis oprettelse den lærde biskop Gunnerus havde givet stødet, fik 1767 kongelig stadfæstelse. I Norge blev 1757 oprettet et bergseminarium paa Kongsberg, den ældste bergskole i Europa, og den første læreanstalt her i landet, hvor kemien blev gjenstand for regelmæssige forelæsninger. Det var imidlertid kun i Sverige, at der udfoldede sig et rigere videnskabeligt liv; Sverige tæller i denne Linnés tidsalder (1707—1778) en hel række navne, som har en god klang i videnskabens historie, saaledes familien Celsius, af hvilken far, søn og sønnesøn var professorer i Upsala; af disse er navnlig den sidste, Anders Celsius (1701—1744), bekjendt for sin inddeling af thermometret (1742). Og der er et stort antal navne, især deleshed inden

bergetaten, som med ære nævnes i kemiens historie: Georg Brandt (1694—1768), der forestod det kemiske laboratorium i Stockholm, Henrik Theophilus Scheffer (1710—1759), der holdt forelæsninger over kemi i Stockholm, Sven Rinman (1720—1792), Alexander Fredrik Cronstedt (1722—1765), der i sit forsök till Mineral-Rikets upställning 1758 søgte at klassificere mineralerne efter kemiske principer; videre Johan Gottschalk Wallerius (1709—1785), den første professor i kemi ved universitetet i Upsala[1], med hvem, har man sagt, Paracelsus', van Helmonts, Bechers og Stahls kemisk-filosofiske æt uddøde i Sverige. Han efterfulgtes 1767 af Torbern Bergman (1735—1784), der tidligere hovedsageligt havde beskjæftiget sig med mathematiske studier, men som nu slog ind paa kemien, hvor han ved en række betydningsfulde arbeider, som vi senere kommer tilbage til, snart kom i saadant ry, at han 1777 fik en kaldelse til Berlin som Potts efterfølger, hvilken han dog afslog. Bergman har ogsaa beskjæftiget sig med mineralogiske arbeider, og navnlig stærkt fremholdt nødvendigheden af ved mineralernes klassifikation at tage overveiende hensyn til deres kemiske sammensætning. Bergman samlede sine arbeider under titelen opuscula physica et chemica; i hans levetid udkom 3 bind i Upsala 1779—1783, medens hans øvrige afhandlinger udkom i Leipzig 1787—1790. Endnu er at nævne Anders Jahan Retzius (1742—1821) og Johan Gottlieb Gahn (1745—1818), samt endelig Carl Wilhelm Scheele, et navn, der til alle tider vil staa som et af de allerførste i kemiens historie.

Scheele var født 1742 i Stralsund, hovedstaden i svensk Pommern, og kom i 17-aars alderen paa et apothek i Gøteborg, hvor han ved hjælp af Kunckels og Neumanns bøger under ihærdig experimenteren lagde en solid grundvold for sit videnskabelige arbeide; efter 8 aars ophold i Gøteborg kom han til Malmø, derfra til Stockholm, og efter nogle aars ophold i Upsala overtog han 1775 apotheket i Köping, hvor han døde 1786, kun lidt over 43 aar gammel[2]. Scheele var en skarpsindig og selvstændig

---

[1] Dette professorembede, der oprettedes 1750, omfattede tillige metallurgi og farmaci, og hørte under det filosofiske fakultet. I 1752 blev der indrettet et laboratorium, hvor der foretoges øvelser 2 dage i ugen, men der gik videre 6 aar hen, før Wallerius fik en assistent (laborator). C. E. Bergstrand, J. G. Wallerius, Stockholm 1885.

[2] Scheeles navn nævnes første gang i vetenskapsakademiens handlingar for 1770, i en afhandling af Retzius, hvor han omtales som en snabb och lärgirig pharmaciæ studiosus, hvem det havde lykkedes at fremstille den rene vinsyre af vinsten. De to første afhandlinger, Scheele selv indsendte til akademiet, blev ikke antagne, som det synes paa grund af en bedømmelse af Bergman, som vel dengang endnu kun havde mindre erfaring som kemiker, og det var først 1771, at han fik trykt sit første arbeide, om flussyren. Scheele var imidlertid aaret forud flyttet til Upsala som laborant ved et

forsker, der var langt forud for sin tid i opfatningen af de kemiske processer. Han var en ganske usædvanlig, ligefrem glimrende experimentator, og det er aldeles uden sidestykke, at en enkelt mand med saa smaa hjælpemidler og i saa kort tid har formaaet at berige kemien med saamange vigtige opdagelser paa snart sagt alle dens felter; dreven af en uudslukkelig forskertrang arbeidede han ene og alene for at finde sandheden, og enhver tanke om egen ære eller fordel laa fjernt fra den fordringsløse og ædle forsker. Hans afhandlinger udkom paa latin i Leipzig 1780—1789, samt paa tysk i Berlin 1793.

De videnskabelige afhandlinger af det 18de aarhundredes kemikere er i almindelighed indtagne i de lærde selskabers skrifter, af hvilke forfatterne var medlemmer. Henimod aarhundredets slutning begyndte man dog ogsaa at udgive særskilte, af de lærde selskaber uafhængige tidsskrifter. Lorenz von Crell (1744—1816), professor i Helmstädt, begyndte 1778 at udgive et saadant, og til disse Crells annaler har saavel Scheele som flere andre af de ovenfor nævnte leveret mange bidrag. François Rozier (1734—1793) begyndte 1771 i Paris at udgive journal de physique, der ligeledes indeholdt mange kemiske arbeider.

Disse det 18de aarhundredes kemikere hyldede læren om flogiston. Den var deres udgangspunkt og prægede deres arbeide og udtryksmaade. De betragtede metallerne, svovl, fosfor og lignende stoffer som sammensatte, men metaloxyderne, svovlsyren og fosforsyren som enkelte stoffer.

---

apothek, og gjennem Gahn, der synes at have været den første, som forstod Scheeles fremragende forskernatur, kom han her i berørelse med Bergman. Forholdet mellem disse var vistnok, som følge af misstemning over de ikke antagne afhandlinger, i begyndelsen kjøligt, men efterhaanden blev der venskab og samarbeide mellem dem. Anledningen til, at han kom i berørelse med Bergman, var, at denne havde kasseret en prøve salpeter, der var leveret af Scheeles principal, fordi den efter at have været smeltet og ophedet efterlod et delikvescerende residuum og gav røde dampe med syrer. Bergman kjendte ikke noget til kaliumnitrit, men Scheele kunde paa grundlag af egne experimenter give sin principal den rigtige forklaring, og denne blev gjennem Gahn bragt til Bergman. Om forholdet mellem disse to siger Retzius, at det var vanskeligt at afgjøre, hvem der var docens eller discens; hvor det gjaldt experimenter, var Scheele visselig Bergmans læremester, men paa den anden side kunde han ogsaa lære meget af den kundskabsrige universitetslærer. Scheele begyndte nu at blive anerkjendt, og 1775 blev han medlem af akademiet, en enestaaende udmærkelse for en studiosus pharmaciæ. For imidlertid at faa en uafhængigere stilling overtog han, først som provisor og derefter som eier, apotheket i Köping, idet han blev fritaget for at aflægge examen. I den lille afsidesliggende by ved Mælaren levede han nu sine sidste 11 aar i et uafbrudt forskningsarbeide, og afslog ærefulde kaldelser til Berlin og England: »jag kan ej mer än äta mig mätt, och om detta går an i Köping, behöfvar jag icke annorstädes söka det«. A. E. Nordenskiöld, C. W. Scheeles bref och anteckningar. Stockholm 1892.

Vandet betragtede de ligeledes som et enkelt stof[1], og som et saadant ansaa de ogsaa selve flogistonet. De var ingenlunde blinde for theoriens svage punkt, som allerede har været nævnt, det nemlig, at stofferne tiltog i vægt, naar deres flogiston gik bort, og de kom gjentagende ind paa dette. Dels søgte man at forklare sagen gjennem et ræsonnement, der hvilede paa den samme forveksling af absolut og specifik vægt, som det foregaaende sekulums kemikere, Boyle alene undtagen, ofte gjorde sig skyldige i[2]; dels tillagde man flogistonet, der synes at fjerne sig fra jorden, medens alle andre stoffer tiltrækkes af den, en negativ vægt, saa at de stoffer, som optog den, maatte blive lettere[3]. Mange opgav ligefrem at forklare sagen; Tillet siger (1763), at metallernes vægtsforøgelse ved forkalkning er et kemisk paradox, der ikke lader sig forene med tidens fysikalske forestillinger, og at det maa overlades fremtiden at løse denne knude. Romonossow, der var en af de faa af tidens kemikere, som ikke var tilhænger af flogistonlæren, var vistnok allerede 1745 inde paa den rigtige forklaring, idet han af Boyles forsøg over kalcinationen drog den slutning, at vægtsforøgelsen skyldtes en optagen af luftpartikler. Men man forstod ham endnu ikke, og han blev ikke paaagtet. — For de allerfleste af den tids kemikere synes det ogsaa at have staaet, bemærker Kopp, som om spørgsmaalet om vægten ikke egentlig kom dem saa meget ved; det var ikke noget kemisk, men et fysikalsk problem, og det vakte kun i mindre grad deres interesse. Man maa ogsaa, som navnlig Kahlbaum har fremhævet, tage i betragtning, at de ved Newton indførte forestillinger om tyngden som en kraft, der paavirker alle stoffer, endnu ikke var trængt ind i den almindelige bevidsthed, og man havde derfor endnu ret uklare forestillinger om vægtens betydning[4]; meget almindelig nærede man ogsaa den urigtige mening, som tilmed ansaaes for at være experimentelt bevist, at man, naar en afveiet mængde metal forkalkes og derefter reduceres, ikke faar igjen hele den oprindelige vægt af

---

1 I Macques dictionnaire siges, at vandet synes at være en uforanderlig substants, der ikke lader sig destruere.

2 Saaledes en af Stahls disciple, den medicinske professor i Halle Johann Juncker (1683—1759), der henviste til, at brændt teglsten har større vægt for samme volum end den ikke brændte, eller at stoffer som uld eller fjær veier mere for samme volum, jo stærkere de presses sammen.

3 Denne mening blev isærdeleshed forfægtet af Scheffer samt af F. A. C. Gren (1760—1798), professor i Halle, der dog tilslut fandt at maatte opgive den.

4 Jacob Reinhold Spielmann (1722—1783), professor i Strassburg, siger i sine forelæsninger over kemien (1762), at det er ganske rimeligt, at man, naar der tales om flogisticeren og deflogisticeren, ikke tager vægtsforholdene i betragtning, for der er jo ingen, som ved, hvad vægten egentlig er.

metallet[1]. Man havde glemt, at allerede van Helmont havde faaet stofferne tilbage in pristinum corpus et pondus, og man var gjennem unøiagtige experimenter kommen til at betragte vægten som noget foranderligt. Deraf denne utilbøielighed til at tage hensyn til vægtsforholdene og til at beskjæftige sig med kvantitative undersøgelser. Størstedelen af det 18de aarhundredes kemikere arbeidede saagodtsom udelukkende kvalitativt, og det var først i flogistontidens senere aar, at nogle forholdsvis faa begyndte at drive kvantitativt arbeide. De kvalitative undersøgelser var imidlertid nu langt mere indgaaende end tidligere. Dette medførte i første række, at de forskjellige grupper af stoffer, som før var behandlet under et, som jordarter eller alkalier, nu blev opløste, idet man erkjendte, at de indeholdt en række forskjellige bestanddele, hvis eiendommeligheder som særskilte stoffer blev studerede. Paa dette punkt gjorde kemien i flogistontiden særdeles betydelige fremskridt. Den speciellere gjennemgaaelse i det følgende vil give et begreb om dette store og grundlæggende arbeide, som flogistikerne har fortjenesten af at have udført, og som den følgende tid byggede paa.

Det var ikke at vente, at denne tid og denne retning, for hvem vægtsforholdenes betydning ved de kemiske processer var saa fremmed, skulde være istand til at trænge noget dybere ind i den theoretiske kemi. Imidlertid havde korpuskulartheorierne udspilt sin rolle, og Newtons ideer om tiltrækningen mellem himmellegemerne i verdensrummet var traadt i forbindelse med kemien[2]. Kemikerne fik herigjennem en forestilling om, at de forskjellige stoffer tiltrak hverandre med en kraft, der var forskjellig efter stoffernes natur. Man søgte at give udtryk for dette ved at ordne de forskjellige slags stoffer i rækker efter den aftagende affinitet til bestemte stoffer, der toges til udgangspunkt; allerede Stahl havde været inde paa dette, men det var især deleshed den ældre Geoffroy, der 1718 paa

[1] Lemery mener, at naar blyet ved forkalkningen tiltager i vægt, er det, fordi de indtrængte ildpartikler holdes tilbage i porerne, og at disse atter drives ud ved reduktionen, men »blyet veier da mindre end før kalcinationen, fordi det har tabt sine svovlbestanddele«. — Naar Stahl, som før nævnt, i specimen Becherianum siger, at ved blyets forkalkning gaar flogiston bort, uagtet vægten tiltager, og at det igjen optages ved reduktionen, medens vægten ikke destomindre aftager, — saa tilføier han, at vægten af det reducerede bly er betydelig forskjellig fra vægten af det oprindeligt anvendte.

[2] Naar vinstensaltet henflyder, siger Newton, er der da ikke en tiltrækning mellem saltpartiklerne og vanddampene i atmosfæren? og naar salpeter og vitriol ikke henflyder, er det da ikke, fordi der mangler saadan tiltrækning? Newton mente dog, at den kemiske tiltrækning var forskjellig fra den almindelige gravitation, idet han antog, at den aftog hurtigere med afstanden. Men den franske naturhistoriker Buffon (1707—1788), der med al sin lærdom forøvrigt dog vel her neppe var paa sit rette felt, forfægtede den anskuelse, at den kemiske tiltrækning var identisk med gravitationen, og der var mange kemikere, som mente det samme.

grundlag af sine dekompositionsforsøg udarbeidede fuldstændige affinitetstabeller (tables de rapport), hvor stofferne var ordnede i vertikale rækker, saaledes at hvert foregaaende kunde uddrive det efterfølgende af sin forbindelse med det stof, der var skrevet over rækken, saaledes som det vil sees af nedenstaaende gjengivelse af tabellen:

TABLE DES DIFFERENTS RAPPORTS
observés entre différentes substances

Mem. de l'Ac. 1718 Pl. 8 pag. 212

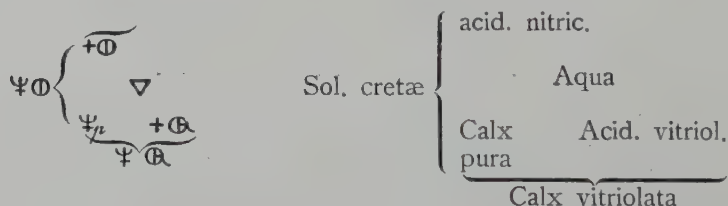
⌒	›⊖	›⦶	›⊕	⊽	⊖v	⊖^	SM	🜍	☿	♄	♀	☽	♂	♁	▽
⊖v	♃	♂	🜏	›⊕	›⊕	›⊕	›⊖	⊖v	☉	☽	☿	♄	♁	♂	🜈
⊖^	♁	♀	⊖v	›⦶	›⦶	›⦶	›⊕	♂	☽	♀	PC	♀	☽ ♀ ♄	☽ ♀ ♄	⊖
⊽	♀	♄	⊖^	›⊖	›⊖	›⊖	›⦶	♀	♄						
SM	☽	☿	⊽		🜊		🜊	♄	♀						
	☿	☽	♂		🜍			☽	ζ						
			♀					♁	♁						
			☽					☿							
	☉							☉							

⌒ Esprits acides. ›⊖ Acide du sel marin. ›⦶ Acide nitreux. ›⊕ Acide vitriolique. ⊖v Sel alcali fixe. ⊖^ Sel alcali volatil. ⊽ Terre absorbante. SM Substances metalliques. ☿ Mercure. ♁ Regule d'Antimoine. ☉ Or. ☽ Argent. ♀ Cuivre. ♂ Fer. ♄ Plomb. ♃ Etain. ζ Zinc. PC Pierre Calaminaire. 🜍 Souffre mineral. 🜏 Principe huileux ou Souffre Principe. 🜊 Esprit de vinaigre. ▽ Eau. ⊖ Sel. 🜈 Esprit de vin et Esprits ardents.

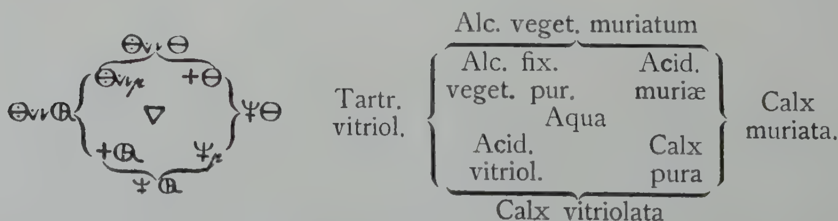
Som exempel paa tabellens anvendelse til at forklare de kemiske processer tager Geoffroy kviksølvsublimatets fremstilling ved ophedning af vandfri vitriol, kogsalt og kviksølvnitrat, hvor de 3 forekommende syrer er bundne saaledes, at saltsyren hører til en alkalisk jordart, medens de to andre er bundne til metalliske substantser. Efter tabellens første vertikalrække har syrer i almindelighed mere rapport til kogsaltets jordart end til metaller, og efter 5te række er svovlsyrens rapport til kogsaltjorden stærkere end de to andre syrer: derfor opgiver svovlsyren metallet og gaar til jordarten. Den undvigende saltsyre har efter ottende række mere rapport til metaller end de to andre syrer: den angriber baade jernet og kviksølvet, og den med det sidstnævnte metal forbundne salpetersyre uddrives o. s. v. — Denne slags tabeller var i det 18de aarhundrede meget yndede, og at bestemme affiniteten af et nyopdaget stof ansaaes dengang ligesaa vigtigt som den senere tid synes, at bestemmelsen af dets atomvægt er, siger Kopp. Der udkom flere tabeller baade

i Frankrige og i Tyskland, og de naaede sit høidepunkt og fandt sin afslutning ved Bergman og Kirwan, og især deleshed nød den førstnævntes i 1775 udgivne tabeller megen anseelse.

Bergman gik ud fra, at aarsagen til de processer, hvorved kemiske forbindelser dannes, var den almindelige gravitation, men mente dog, at tiltrækningen paa grund af partiklernes ringe afstand maatte ytre sig paa en anden maade end ved denne. Attraktionen mellem delene af to stoffer, mente han, var en bestemt størrelse, der under samme fysikalske betingelser kunde betragtes som konstant, og som saaledes var uafhængig af de mængder, hvori stofferne befandt sig tilstede. Om end attraktionen var konstant, lod den sig dog ikke udtrykke absolut, ved et tal, men kun relativt i form af rækker. — Man har et stof A, der kan forbinde sig med a, b og c; hvis man nu til forbindelsen Ac sætter b og dette driver c ud ($Ac + b = Ab + c$), saa har b til A stærkere tiltrækning end c; hvis videre $Ab + a = Aa + b$, saa har a en stærkere tiltrækkende kraft end b, og man kan da opstille rækken a, b, c. Denne slags processer, der finder sted mellem 3 stoffer, saa at det ene træder ud, henførte Bergman til attractio electiva simplex, medens dobbelte dekompositioner som $Ab + Bc = Ac + Bb$ henførtes til attractio duplex. Han udtrykte disse processer ved schemata, hvor bestanddelene af det givne stof er indfattede i en vertikal klammer, medens bestanddelene af den dannede forbindelse indfattes i en horizontal. Reaktionen $Ca(NO_3)_2 + H_2SO_4 = CaSO_4 + 2HNO_3$ betegnede han f. ex. saaledes:



eller $CaCl_2 + K_2SO_4 = CaSO_4 + 2KCl$ saaledes:



De processer, der beror paa legemernes forskjellige attraktion, er imidlertid afhængige af temperaturen, og det kan derfor indtræffe, hvad allerede Baumé havde gjort opmærksom paa, at rækken endog kan vendes

ganske om, naar temperaturen forhøies, navnlig i de tilfælde, hvor flygtigheden spiller med. Derfor delte Bergman hver af de 59 rækker, han gav i sin afhandling de attractionibus electivis, i to underafdelinger, for vaad og for tør vei, saaledes som det vil sees af det paa næste side meddelte faksimileuddrag af tabellerne.

	1	2	3	4	5	6	26	27	28	29	30	31	32
1	+ ⊕A	+ ⊕A△o	+ ⦶	+ ⦶△o	+ ⊖	+ ⊖∇o	⊖√vp	⊖√mp	⊖^p	Ψ̄ p	Ψ p	Ψ̿ p	∇p
2	Ψ̄ p	Ψ̄ p	Ψ̄ p	Ψ̄ p	Ψ̄ p	Ψ̄ p	+ ⊕A	+ ⊕A	+ ⊕A	+ ⊕A	+ ⊗	+ ⊗	+ ⊕A
3	⊖√vp	⊖√vp	⊖√vp	⊖√vp	⊖√vp	⊖√vp	+ ⦶	+ ⦶	+ ⦶	+ ⊗	+ ⊕	+ △‡	+ ⦶
4	⊖√mp	⊖√mp	⊖√mp	⊖√mp	⊖√mp	⊖√mp	+ ⊖	+ ⊖	+ ⊖	+ ⊕⊕	+ ⊕A	△⊞	+ ⊖
5	Ψ p	Ψ p	Ψ p	Ψ p	Ψ p	Ψ p	+ 8	+ 8	+ 8	+ ℱ	+ ⏚	+ ⊕A	+ ⊗
6	Ψ̿ p	Ψ̿ p	Ψ̿ p	Ψ̿ p	Ψ̿ p	Ψ̿ p	+ ℱ	+ ℱ	+ ℱ	+ ⊕	+ ⊕⊕	+ ℱ	o+o
7	⊖^p	⊖^p	⊖^p	⊖^p	⊖^p	⊖^p	+ ℱ	+ △‡	+ △‡	+ △‡	+ △‡	+ 8	+ ℱ
8	∇p	∇p	∇p	∇p	∇p	∇p	+ ⊗	+ ⊗	+ ⊗	+ △⊞	+ △⊞	o+o	+ 8
9	Ψ ○̂	Ψ ○̂	Ψ ○̂	Ψ ○̂	Ψ ○̂	Ψ ○̂	+ ⏚	+ ⏚	+ ⏚	+ ⊛	+ ⊛	+ ⊛	+ ⊕
10	Ψ ♂	Ψ ♂	Ψ ♂	Ψ ♂	Ψ ♂	Ψ ♂	o+o	o+o	o+o	+ ⦶	+ ⦶	+ ⊕⊕	+ ⏚
11	Ψ ⦶̄	Ψ ⦶̄	Ψ ⦶̄	Ψ ⦶̄	Ψ ⦶̄	Ψ ⦶̄	+ ⊕	+ ⊕	+ ⊕	+ ⊖	+ ⊖	+ ⦶	⊕⊕
12	Ψ ☊	Ψ ☊	Ψ ☊	Ψ ☊	Ψ ☊	Ψ ☊	+ ⊕⊕	+ ⊕⊕	+ ⊕⊕	+ 8	+ 8	+ ⊖	⊛
13	Ψ ☍	Ψ ☍	Ψ ☍	Ψ ☍	Ψ ☍	Ψ ☍	+ C	+ C	+ C	+ C	+ ℱ.	+ ⊕	+ C
14	Ψ ♄	Ψ ♄	Ψ ♄	Ψ ♄	Ψ ♄	Ψ ♄	+ 𝒻	+ 𝒻	+ 𝒻	+ ⏚	o+o	+ ⏚	+ △‡
15	Ψ ♃	Ψ ♃	Ψ ♃	Ψ ♃	Ψ ♃	Ψ ♃	+ ⊽	+ ⊽	+ ⊽	o+o	+ 𝒻	+ C	+ △⊞
16	Ψ ♀	Ψ ♀	Ψ ♀	Ψ ♀	Ψ ♀	Ψ ♀	+ o♀o	+ o♀o	+ o♀o	+ 𝒻	+ ⊽	+ 𝒻	+ 𝒻
17	Ψ ♉	Ψ ♉	Ψ ♉	Ψ ♉	Ψ ♉	Ψ ♉	⁜	⁜	⁜	+ ⊽	+ C	+ ⊽	+ ⊽
18	Ψ ♁	Ψ ♁	Ψ ♁	Ψ ♁	Ψ ♁	Ψ ♁	+ △‡	+ △‡	+ △‡	+ o♀o	+ o♀o	+ o♀o	+ o♀o
19	Ψ o-o	Ψ o-o	Ψ o-o	Ψ o-o	Ψ o-o	Ψ o-o	+ ⊛	+ ⊛	+ ⊛	⁜	⁜	⁜	⁜
20	Ψ ☿	Ψ ☿	Ψ ☿	Ψ ☿	Ψ ☿	Ψ ☿	+ ⌂	+ ⌂	+ ⌂	+ ⌂	+ ⌂	+ ⌂	+ ⌂
21	Ψ ☽	Ψ ☽	Ψ ☽	Ψ ☽	Ψ ☽	Ψ ☽	+ ⊕A△o	+ ⊕A△o	+ ⊕A△o	+ ⊕A△o	+ ⊕A△o	+ ⊕A△o	+ ⊕A△o
22	Ψ ☉	Ψ ☉	Ψ ☉	Ψ ☉	Ψ ☉	Ψ ☉	+ ⊕A△o	+ ⊕A△o	+ ⊕A△o	+ ⊕A△o	+ ⊕A△o	+ ⊕A△o	+ ⊕A△o
23	Ψ ☽☉	Ψ ☽☉	Ψ ☽☉	Ψ ☽☉	Ψ ☽☉	Ψ ☽☉	Δ̄	Δ̄	Δ̄	Δ̄	Δ̄	Δ̄	Δ̄
24	∇	∇	∇	∇	∇	∇	+ ◬	+ ◬	+ ◬	+ ◬	+ ◬	+ ◬	+ ◬
25	∇s	∇s	∇s	∇s	∇s	∇s	∇	∇	∇	∇	∇		
26	△o	△o	△o	△o	△o	△o	◎	◎	◎	◎	◎		
27							△+	△+	△+	△+	△+	△+	
28							Ψ m.	Ψ m.	△o				
29													
30													
31	△o		△o		△o		+ △‡	+ △‡		+ △‡	+ △‡	+ △‡	+ △‡
32	Ψ̄ p		Ψ̄ p		Ψ̄ p		+ △⊞	+ △⊞		+ △⊞	+ △⊞	+ △⊞	+ △⊞
33	⊖√vp		⊖√vp		⊖√vp		+ ⌂	+ ⌂		+ ⌂	+ ⌂	+ ⌂	+ ⌂
34	⊖√mp		⊖√mp		⊖√mp		o+o	o+o		o+o	o+o	o+o	o+o
35	Ψ p		Ψ p		Ψ p		+ ⊕A	+ ⊕A	+ ⊕A	+ ⊕A	+ ⊕A	+ ⊕A	+ ⊕A
36	Ψ̿ p		Ψ̿ p		Ψ̿ p		+ ⦶	+ ⦶	+ ⦶	+ ⊕⊕	+ ⊕⊕	+ ℱ	+ ⦶
37	Ψ m		Ψ m.		Ψ m		+ ⊖	+ ⊖	+ ⊖	+ ℱ.	+ ⦶	+ 8	+ ⊖
38	⊖^p		⊖^p		⊖^p		+ 8	+ 8	+ 8	+ ⦶	+ ⊖	+ ⊕⊕	+ ℱ
39	∇p		∇p		∇p		+ ℱ	+ ℱ.	+ ℱ.	+ ⊖	+ 8	+ ⦶	+ 8
40							+ ⊕⊕	+ ⊕⊕	+ ⊕⊕	+ 8	+ ℱ.	+ ⊖	+ ⊕⊕
41							+ 𝒻	+ 𝒻	+ 𝒻	+ 𝒻	+ 𝒻	+ 𝒻	+ 𝒻
42							+ ⊽	+ ⊽	+ ⊽	+ ⊽	+ ⊽	+ ⊽	+ ⊽
43							+ o♀o	+ o♀o	+ o♀o	+ o♀o	+ o♀o	+ o♀o	+ o♀o
44							⁜	⁜	⁜	⁜	⁜	⁜	⁜
45							Ψ̄ p	Ψ̄ p	Ψ̄ p				
46							Ψ p	Ψ p	Ψ p	⊖√p	⊖√p	⊖√p	⊖√p
47							Ψ̿ p	Ψ̿ p	Ψ̿ p				
48							∇p	∇p	∇p	△+	△+	△+	△+
49							⛛	⛛	⛛				
50							△+	△+	△+	Ψ ♄	Ψ ♄	Ψ ♄	Ψ ♄
	1	2	3	4	5	6	26	27	28	29	30	31	32

Spalterne 1—6: syrer og 26—32: baser. 1 svovlsyre, 2 svovlsyrling, flogisticeret svovlsyre, 3 salpetersyre, 4 salpetersyrling, 5 saltsyre, 6 klor, deflogisticeret saltsyre.

Vaad vei:

	1.		26.
1.	Svovlsyre		Kali
2.	Baryt		Svovlsyre
3.	Kali		Salpetersyre
4.	Natron		Saltsyre
5.	Kalk		Fedtsyre (acidum sebi)
6.	Magnesia		Flussyre
7.	Ammoniak		—
8.	Lerjord		Oxalsyre (acid. sacchari)
9.	Zink		Vinsyre
10.	Jern		Arsensyre
11.	Mangan		Oxalsyre (acid. acetosellæ)
12.	Kobolt		Ravsyre
13.	Nikkel		Citronsyre
14.	Bly		Myresyre
15.	Tin		Melkesyre
16.	Kobber	i forkalket tilstand	Benzoesyre
17.	Vismut		Edikesyre
18.	Antimon		Fosforsyre
19.	Arsen		Slimsyre (acid. sacch. lact.)
20.	Kviksølv		Borsyre
21.	Sølv		Svovlsyrling
22.	Guld		—
23.	Platina		Kulsyre (acid. aëreum)
24.	Vand		Blaasyre
25.	Alkohol		Vand
26.	Flogiston		Fed olie
27.			Svovl
28.			Metalkalk

Tør vei:

31.	Flogiston	Fosforsyre
32.	Baryt	— (perlesyre)
33.	Kali	Borsyre
34.	Natron	Arsensyre
35.	Kalk	Svovlsyre
36.	Magnesia	Salpetersyre
37.	Metalkalk	Saltsyre
38.	Ammoniak	Fedtsyre
39.	Lerjord	Flussyre
40.		Ravsyre
41.		Myresyre.
42.		Melkesyre
43.		Benzoesyre
44.		Edikesyre
45.		Baryt
46.		Kalk
47.		Magnesia
48.		Lerjord
49.		Kiseljord
50.		Svovl

For at bestemme attraktionens størrelse udførte Bergman ogsaa kvantitative forsøg, i lighed med dem, som Homberg et par menneskealdre før havde udført; han bestemte mængden af de forskjellige syrer, der neutraliserede samme mængde base, og fandt, at der til

		100 vægtsdele kali	natron
medgik			
	svovlsyre . . .	78,5	177
	salpetersyre . .	64	135,5
	saltsyre . . .	57,5	125.

Heraf mente han at kunne udlede, at syrekvantiteterne gav samme rækkefølge som den, hvori syrerne i hans tabeller var opført efter deres affinitet, men det viste sig snart, at bestemmelserne ikke var rigtige[1].

Foruden de af Bergman opstillede attractio simplex og duplex adskilte Macquer (1778) endnu som et særeget tilfælde den reciproke affinitet, hvor forskjellen mellem b og c's affinitet til A er saa ringe, at processen $Ac + b = Ab + c$ under forandrede forhold, f. ex. forandret temperatur, kan vendes om og gaa i modsat retning. — Betegnelsen affinitet blev efterhaanden mod aarhundredets slutning den almindeligst benyttede, uagtet saavel Geoffroy som Bergman havde brugt andre udtryk. Naar Bergman foretrak attraktion fremfor affinitet, var det, fordi han fandt det sidste udtryk mere metaforisk og derfor mindre anvendeligt i naturvidenskaberne, — og at Geoffroy brugte betegnelsen rapport, laa vel nærmest deri, at udtrykket attraktion var mindre vel seet ved det franske akademi, der var i opposition til Newtons theorier.

Omtrent samtidig med Bergmans arbeide offentliggjordes et andet værk over affiniteten, der indeholdt den første spire til et betydeligt fremskridt, men som endnu ikke formaaede at øve nogen indflydelse; det var Wenzels Vorlesungen über die chemische Verwandtschaft, 1777. Carl Friedrich Wenzel (1740—1793) var søn af en bogbinder i Dresden og skulde lære sin fars haandværk, men rømte hjemmefra til Holland, hvor han lærte som kirurg og farmaceut; efter nogle aars virksomhed som skibslæge kom han hjem igjen 1766, og blev 1780 direktør for bergværkerne i Freiberg. I hans ovennævnte arbeide finder man principet for den kemiske massevirkning ganske tydeligt udtalt, vistnok uden fuldstændigere experimentelle data eller nogen nærmere indgaaen paa forklaringen af de

[1] De rigtige tal er

85	128
114	172
58	87

kemiske processer, men Wenzels tanker forblev upaaagtede af samtiden, og det var først flere aar efter, at de blev gjenoptagne. Ellers indeholder værket et betydeligt antal analyser af forskjellige salte, der viste, at syrerne og baserne forbinder sig til salte i bestemte vægtsforhold.

Hvad nu saltene angaar, saa brugte man gjerne betegnelsen neutralsalt eller middelsalt, sal neutrum s. medium, ogsaa sal salsum, i modsætning til sal alcali og sal acidum, hvilket sidste svarede til begrebet syre. Man kjendte længe kun nogle faa saadanne neutralsalte, idet man til dem i regelen kun henførte de fixe og flygtige alkaliers forbindelser med mineralsyrerne, der alle er opløselige i vand. Det første, hvis nærmere bestanddele man allerede i det 17de aarh. havde lært at kjende, var kaliumsulfatet, tartarus vitriolatus, der efter sine to bestanddele ogsaa kaldtes sal duplicatum, sal de duobus[1]. — Læren om saltene gjorde nu i flogistontiden betydelig fremskridt, især deleshed ved Rouelle, som (1744) gav begrebet salt en langt større udstrækning, idet han ikke indskrænkede det til forbindelserne mellem syre og alkali (I pag. 77) eller lod opløseligheden være det bestemmende, men som neutrale middelsalte betegnede hvilkensomhelst forbindelse af en hvilkensomhelst syre, mineralsk eller vegetabilsk, ikke blot med alkalier, men ogsaa med alkaliske jordarter og metaller. I et følgende arbeide (1754) udtrykte han sig saaledes, at et salt er en forbindelse af en hvilkensomhelst syre med en hvilkensomhelst substants, qui lui sert de base et lui donne une forme concrête ou solide. Dette udtryk base, som vistnok allerede tidligere havde været benyttet (f. ex. af Boerhaave, pag. 25), og som i et ord siger, hvad man før udtrykte ved en omskrivning (f. ex. materia illa, quæ sali corpus præbat), blev fra nu af almindelig anvendt og har siden hørt til de staaende udtryk i kemien. Rouelle erkjendte ogsaa, at mange krystalliserede salte indeholder kemisk bundet vand som væsentlig bestanddel, og han indførte i kemien benævnelsen krystalvand (eau de la crystallisation, afin de la distinguer de l'eau qui se dissipe par l'évaporation). Imidlertid delte han endnu Stahls mening, at metallernes bestanddele var syre og regulinsk metal, og han tænkte sig saaledes kviksølvsublimatet bestaaende af saltsyre med kviksølv som base; det var først Bergman, som erkjendte, at syrerne ikke gik i forbindelse med

[1] At dekomponere dette salt, der ikke forandres ved ophedning, ansaaes for meget vanskeligt, og det lykkedes først Stahl ved det pag. 21 omtalte forsøg. Stahl gav ogsaa Pariserkemikerne en nød at knække, idet han 1720 lod forespørge, om nogen af dem kunde faa den vitrioliserede vinsten dekomponeret i et øieblik og i den hule haand, men hverken Geoffroy eller hans kolleger saa sig istand dertil, uagtet sagen var yderlig simpel, og der ikke handledes om andet end tilsætning af sølvnitrat. Opgaven interesserede ogsaa Pott, der 1737 fandt en anden løsning, tilsætning af kalciumnitrat. Saadant var den tid store opgaver for kemikerne, siger Kopp.

selve metallerne, men med metalkalkene — og derved syntes en tid læren om saltene væsentligt forenklet, idet de fleste salte[1] da kunde betragtes som forbindelser af to enkelte stoffer (pag. 34). I afhandlingen af 1754 beskjæftiger Rouelle sig indgaaende med det tilfælde, at samme syre og base forbinder sig i flere forhold; han opstillede foruden de egentlige (parfaits) neutralsalte to andre klasser, nemlig saadanne med overskydende syre, der er meget let opløselige og delikvescerende, samt neutralsalte med mindre syre, der er tungere opløselige — altsaa sure og basiske salte, som man senere sagde. Som basiske salte erkjendte han turpethum minerale, magisterium bismuthi samt algarotpulver, og tilsvarende sure salte indeholdtes i de opløsninger, hvoraf disse var udfældte med vand. Af sure salte fremstillede Rouelle for første gang ogsaa det sure kaliumsulfat. Alle disse saltes natur opfattede han ganske rigtigt; derimod var han endnu ikke paa det rene med forholdet mellem kviksølvsublimat og kalomel, idet han mente, at det førstnævnte, der er istand til at optage mere kviksølv, var et neutralsalt med overskydende syre (surt salt), medens det sidstnævnte var et virkeligt (parfait) neutralsalt; han gjør imidlertid opmærksom paa, at sublimatet danner en undtagelse fra den almindelige regel, da det ikke delikvescerer. Rouelles opfatning af forholdet mellem de to kviksølvklorider var ganske naturlig paa en tid, da man endnu ikke havde lært, at metallerne kan optræde i flere oxydationsgrader, som man senere pleiede at sige. Det var først Scheele, som begyndte at forstaa dette; han vidste saaledes, at jernet ved at opløses i svovlsyre ikke afgiver alt sit flogiston, men at dette først sker ved tilsætning af salpetersyre (1770); og om brunstenen har han (1774) angivet, at den maa flogisticeres (afgive surstof) for med syrerne at kunne danne salte.

Saltenes krystalform beskjæftigede man sig ikke synderligt med. Vistnok havde italieneren Domenico Guglielmini (1655—1710) allerede 1705 (de salibus dissertatio epistolaris) erkjendt, at saltene har en bestemt og uforanderlig grundform, men dette var kun bleven lidet paaagtet. Nogen sammenhæng mellem krystalform og kemisk sammensætning var man ikke kommen til at erkjende, og om man end af og til kan finde krystalformen omtalt, som f. ex. bittersaltets af Hoffmann, havde dog kemikerne idetheletaget ikke synderlig interesse for den. De naturhistorikere, der beskjæftigede sig med mineralerne, havde ogsaa meget forskjellige anskuelser om dens betydning. Medens Linné i sit systema naturæ, hvis første udgave udkom 1735, betragtede krystalformen som

[1] Undtagen svovlsyrlingen og de organiske syrers salte.

det vigtigste kjendemærke, saa han endog stillede saa forskjellige substantser som diamant og alun sammen paa grund af den oktaedriske form, gik Buffon, der ogsaa omhandler mineralerne i sin store histoire naturelle i 36 bind (1749—1788), til den modsatte yderlighed, idet han mente, at krystalformen saa langt fra at være konstant, var det mest variable af alle kjendemærker. — Det første forsøg paa en videnskabelig bearbeidelse af krystalformerne skyldes Bergman, der støttet til en iagttagelse af Gahn paaviste, at alle kalkspathens forskjellige former og kombinationer kan afledes af spalterhomboedret (variæ crystallorum formæ a Spatho ortæ, 1773). En mere almindelig behandling af de forskjellige mineralers krystalformer med beskrivelse og afbildninger fik man først ved Jean Baptiste Romé de l'Isle (1736—1790) i hans cristallographie, 3 bind med atlas, 1783. Romé de l'Isle har ogsaa meddelt vinkelmaalinger paa forskjellige mineraler, og udførte disse ved hjælp af anlæggoniometret, der blev konstrueret 1780 af hans medarbeider Carangeot.

Saavel i Bergmans som i Wenzels arbeider begynder nu analysen at spille en større rolle, end man før var vant til, og her turde da være stedet til lidt nærmere at gaa ind paa udviklingen af denne vigtige disciplin. Siden Boyles tid var analysen, og navnlig analysen paa vaad vei, igjen mere traadt i baggrunden. Man var vistnok efterhaanden bleven vant til at bruge visse reaktioner[1], og saavel Hoffmann som især deleshed Marggraf lagde, som allerede nævnt, mere vægt paa saadanne, end det hidtil havde været almindeligt. Man skylder den sidste bl. a. kjendskaben til jernets paavisning med blodludsalt, samt alkaliernes adskillelse ved de forskjellige farver, de meddeler flammen[2]. Heinrich Friedrich Delius (1725—1788), professor i Erlangen, udgav 1771 det første, ganske vist saare ufuldkomne forsøg paa en retslig kemi. Betydelige fremskridt gjorde analysen først ved Scheele og Bergman. Der var vel neppe nogen af tidens kemikere, der i den grad som Scheele kjendte de forskjellige stoffers reaktioner, og som saa godt forstod at anvende dem til at konstatere nye stoffers eiendommelighed, men han har ikke sammen-

[1] En af de reaktioner, man allerførst gjorde mere almindelig brug af, var blyets paavisning med opløst kalciumsulfid. Svovlvandstoffets virkning paa blysalte tildrog sig overhovedet megen opmærksomhed; man skrev paa papir med blyopløsninger, og skriften blev synlig ved dunsten af svovllever, selv om papiret ved mange rene ark eller ved træplader var beskyttet mod berørelse med denne. Blyopløsningen betegnedes som aqua magnetica longinquo agens.

[2] Kali- og natronflammen blev ogsaa, uafhængigt af Marggraf, iagttaget af Scheele.

stillet eller ordnet denne sin viden, og det blev Bergman, som kom til at give analysen det grundlag, som den siden har bygget paa. Han meddelte den første fuldstændigere oversigt over reagentserne samt deres virkning paa metallerne og forskjellige andre stoffer. Specielt bør det nævnes, at Bergman var den første, som ved bundfældning søgte at faa stofferne delt i forskjellige grupper og saaledes bragte den kvalitative analyse i system. Blandt de ved Bergman indførte arbeidsmethoder kan ogsaa nævnes silikaternes opslutning med alkalikarbonater, der dog allerede var anvendt af Scheele og saaledes vel oprindelig skriver sig fra denne.

Blæserøret[1] havde vistnok allerede været kjendt af Kunckel, men dets almindeligere anvendelse til kemisk undersøgelse af mineraler kom først op i Sverige, hvor det benyttedes allerede før midten af aarhundredet, navnlig af Cronstedt. Dets brug blev først nærmere beskrevet af Gustaf v. Engeström (1738—1813); ogsaa Bergman gav i afhandlingen de tubo ferruminatorio en udførlig anvisning, og man skylder Gahn forskjellige forbedringer og reagentser, saaledes brugen af koboltsolution.

Den kvantitative analyse, som man hidtil kun lidet havde beskjæftiget sig med, tog ogsaa gjennem Bergman og Kirwan et væsentligt opsving. Isærdeleshed har Bergman indlagt sig betydelige fortjenester, idet han lærte, at man for at bestemme mængden af et stof ikke behøver at isolere det og fremstille det i fri tilstand, men kun at overføre det til en forbindelse af kjendt sammensætning, idet man af dennes vægt kan regne sig til stoffets. Hvis saaledes et metal, der veier a, under visse omstændigheder giver et bundfald, der veier b, og man ved anvendelse af den samme methode af metallets opløsning udfælder et bundfald, hvis vægt er nb, kan man sikkert slutte, at den tilsvarende vægt af metallet er na. I afhandlingen de præcipitatis metallicis har han i dette øiemed givet kvantitative bestemmelser af 45 bundfældte metalforbindelsers sammensætning. Han fandt saaledes, at

100 dele	sølv	giver	133 klorid	(beregnet	132.84),	
—»—	kviksølv	—	104 oxyd	(—	108	),
—»—	bly	—	143 sulfat	(—	146.3	),
—»—	—	—	116 oxyd	(—	107.73),	
—»—	kobber	—	158 oxyd	(—	125.15).	

Har man f. ex fundet a vægtsdele blysulfat, saa er den tilsvarende vægt metallisk bly $\frac{100}{143}$ a o. s. v. I afhandlingen de minerarum docimasia

[1] Nærmere om blæserørets historie, Landauer, Ber. 26. 898.

humida, der følger umiddelbart efter den nysnævnte i 2det bind af opuscula, angives med hensyn til bundfaldenes behandling følgende: Man lader bundfaldet sætte sig godt af i et glaskar, hvorpaa opløsningen dekanteres og erstattes af vand, der, naar bundfaldet igjen har sat sig, atter heldes fra, og dette fortsættes, indtil vandet ikke længere paavirkes af de reagentser, som for tilfældet kommer til anvendelse. Bundfaldene bringes derefter paa veiede filtra, der tørres ved svag varme og tilslut 5 minuter ved vandets kogepunkt; udvaskningen maa foregaa fuldstændigt i fældningskarret og ikke paa filtret. Udvaskningen med kun koldt vand og den kortvarige tørring ved 100° synes at være nærliggende forklaring til, at f. ex. bestemmelsen af kobberoxydet er faldt saameget for høit ud. Af Bergmans andre analyseresultater hidsættes følgende bestemmelser af nogle salte; de rigtige tal er tilføiede i parenthes:

	Krystalliseret soda.	Kalium-sulfat.	Natrium-klorid.	Kalk-spat.	Kobber-sulfat.
Base	20 (21.8)	52 (54.1)	42 (53.3)	55 (56.3)	20 (31.8)
Syre	16 (15.4)	40 (45.9)	52 (46.7)	34 (43.7)	40 (32.1)
Vand	64 (62.8)	8	6	11	40 (36.1)

Bergmans analyser var saaledes, og andet var vel ikke at vente af et første forsøg, endnu ikke paa langt nær rigtige. Wenzel gjorde bedre analyser og kom det rigtige nærmere, men Bergmans autoritet synes at have været saa stor, at Wenzels analyser længe ikke blev paaagtede.

Vi vender os nu til de fremskridt i erkjendelsen af de forskjellige særskilte stoffers eiendommelighed, som skyldes flogistontidens kemikere og skal først omhandle alkalierne. De blev fremstillede ved forbrænding af planter. Det er allerede nævnt, at mange betydelige kemikere, som Stahl og Boerhaave, var af den mening, at alkalierne ikke fandtes foruddannede i den levende plante, men først dannedes ved dens forbrænding. Denne mening havde især deleshed en talsmand i E. F. Geoffroy, der 1717 søgte at godtgjøre, at det fixe alkali dannes af salpeter ved forbrændingen, ved en »transmutation de l'acide du Salpêtre en sel alcali«.

Vi vil kaste et blik paa hans forsøg, hvis urigtighed vistnok ligger i dagen, men som ikke er uden interesse, idet de viser, hvorlidet bevandret man endnu var i experimentet, og hvorlidet nøie selv en saa anseet kemiker kunde tage det med at karakterisere erholdte produkter. Geoffroy smeltede salpeter, indtil det ikke længere afgav blærer, og fandt, at det da havde tabt halvdelen af sin vægt; ved at opløse den smeltede

masse i vand fik han udkrystalliseret den oprindelige mængde salpeter, og han sluttede da, at salpetret indeholder 50 pct. vand. Ved destillation fik han videre en sur vædske, hvis indhold af syre blev bundet til alkali, og derved bestemt til 25 pct. af salpetrets vægt. Naar nu saaledes salpeter indeholder 50 pct. vand og 25 pct. syre, kan det fra først af ikke have indeholdt mere end 25 pct. alkali; men ved at forpuffe med kul faar man af salpetret langt mere, nemlig omtrent 70 pct. fix alkali, — dette maatte altsaa, sluttede Geoffroy, være dannet ved forbrændingen af salpetrets syre og jordart samt kullene. Om alkaliernes dannelse mente han overhovedet, at saavel det fixe som det flygtige dannes af ilden, men »non pas toujours à la verité du feu grossier de nos fourneaux, mais du feu principe ou de la matière subtile qui excite dans les corps mixtes la fermentation & la pourriture«. Vinsten f. ex. eller lignende »sels essentiels«, der findes i den levende plante, giver ikke noget alkali, før de har været udsatte for ilden. Alt alkalisk, der findes i naturen, antog han saaledes for sekundære produkter, det flygtige alkali af forraadnelse, og det ildfaste af forbrænding; og denne mening, som bl. a. ogsaa Neumann udtalte sig for, var nu en menneskealders tid den almindeligt antagne. — Vistnok var der dem, der havde forfægtet den modsatte anskuelse, saaledes Urban Hiärne, der betragtede det fixe alkali som en bestanddel af den levende plante, medens han medgav, at det flygtige, der dannes ved tør destillation, maatte ansees for at være dannet som følge af opheden, og Bourdelin, der mente, at alkaliet i planterne var bundet til en syre, der ved forbrændingen blev destrueret, saa alkaliet blev frit, — men det var dog først Marggraf, som 1764, ved et forsøg, han selv fandt très-remarquable, kunde give et fuldstændigt experimentelt bevis for tilstedeværelsen af alkali i naturlige plantesafter eller deraf uden forbrænding fremstillede salte (sels essentiels), som vinsten og syresalt. Han opløste nemlig vinstenen i kogende vand, behandlede opløsningen med kridt og erholdt derved en lud, som med salpetersyre gav krystaller af salpeter; ligeledes kunde han ved at opløse vinstenen i salpetersyre eller svovlsyre fremstille krystalliseret salpeter[1] eller kaliumsulfat, og da disse salte indeholder det fixe alkali, maatte dette altsaa oprindeligt have været tilstede i den uforbrændte vinsten. Til lignende resultater kom Rouelle (1771), og om end flere kemikere og navnlig Macquer endnu søgte at holde paa alkaliernes dannelse ved forbrænding, saa var dog i den sidste

[1] Han havde oprindeligt ikke tro til, siger han, at det virkeligt skulde kunne lade sig gjøre saaledes at uddrage vinstenens alkali med salpetersyre, men han gjentog flere gange forsøgene og fik altid samme resultat.

trediedel eller fjerdedel af det 18de aarh. meningen om alkaliernes præexistence i den levende plante blevet den almindeligt herskende.

Selve de to fixe alkalier, potaske og soda, havde vel været kjendt i meget lange tider, men man kunde ikke holde dem ud fra hinanden, og endnu i begyndelsen af det 18de aarh. blev de stadigt forvekslede, til trods for at man ikke havde kunnet undgaa at lægge mærke til, at de med en og samme syre dannede salte af forskjellig beskaffenhed, som f. ex. tartarus vitriolatus (kaliumsulfat) og sal mirabile (glaubersalt) eller almindeligt og kubisk salpeter[1]. Det var først gjennem den nærmere undersøgelse af kogsaltet, at man ledede til at erkjende, at natron var et eiendommeligt alkali, forskjelligt fra det i potasken indeholdte. Den første, der har forstaaet dette, var Stahl, der (1702) behandlede kogsalt dels med svovlsyre og dels med salpetersyre; ved igjen at skille disse syrer ud af de dannede salte (fremgangsmaaden er ikke angivet) erholdt han et »alcalinum salinum corpus«, der lignede det af planterne erholdte i delikvescents, smeltelighed samt evne til at opløse svovl, men som adskilte sig fra det derved, at det med syrerne dannede salte af forskjellig krystalform og opløselighed. Stahl har dog ikke gaaet nærmere ind paa dette. Det var først Duhamel du Monceau, som 1736 i en fortræffelig afhandling sur la base du sel marin, der fortjener at nævnes som et mønster paa kvalitativt arbeide, bragte sagen paa det rene. Han erkjendte først, at kogsaltbasen ikke var nogen jordart; vistnok gav en opløsning af i handelen gaaende salt med alkalikarbonat en ringe mængde hvidt jordartet bundfald, men dette gav ikke kogsalt, om det behandledes med saltsyre, og kunde saaledes ikke være dettes base; derhos gav filtratet en rigelig krystallisation af kogsalt, der nu altsaa kun var bleven renset og ikke længere fældtes af alkalikarbonat. For at isolere kogsaltbasen forsøgte han bl. a. at ophede saltet med kul, idet han tænkte, at det muligens kunde gaa, ligesom naar klorsølvet ophedes med kul, hvorved basen (sølvet) skilles fra saltsyren. Der undveg vistnok endel saltsyregas, men han fandt, at denne skrev sig fra den ovennævnte jordart, og ikke fra selve kogsaltet, der viste sig at være ganske uforandret. Det lykkedes ham endelig at faa basen frem ved at overføre saltet til sulfat, ophede dette med kul og dekomponere sulfatet med edikesyre, inddampe opløsningen og endelig gløde residuet. Han fik saaledes frem kogsaltbasen, ganske ren og fri for noget andet stof, thi siger han, hvad skulde det vel ellers være? Ligeledes overførte han kogsaltet til nitrat og forpuffede dette med kul, hvorpaa han

[1] Natronsalpeter blev først fremstillet af kogsalt og salpetersyre; Boyle kjendte det, og Johann Bohn (1640—1708), medicinsk professor i Leipzig, skal først have omtalt det nærmere.

ved udludning af residuet fik ganske det samme alkali (natriumkarbonat) som ved den foregaaende methode. Duhamel kom til det resultat, at kogsaltbasen ikke hørte til jordarterne, idet den var opløselig i vand og ikke fældtes af alkalikarbonater; den var forskjellig fra vinstensaltet (kaliumkarbonat), idet den krystalliserede og ikke henflød, men derimod forvitrede. Han paaviste ogsaa, hvad iøvrigt allerede Cl. J. Geoffroy havde antaget, at den samme base indeholdes i borax. Ved en række forsøg, som han fortsatte gjennem mange aar, tilslut med bistand af Cadet, kunde han ogsaa konstatere, at asken af strandplanter, der paa det naturlige voksested har rigelig tilgang af kogsalt, indeholder betydelige mængder af dettes alkali, men at de samme planter, naar de dyrkes længere inde i landet, giver en aske, der indeholder mindre af kogsaltets alkali, men mere af det almindelige plantealkali. Saa overbevisende Duhamels undersøgelse var, mødte han dog modsigelse, især af Pott (1740), der erklærede kogsaltbasen for en jordart, og der var endnu mange, som antog en saadan for ialfald den væsentlige bestanddel[1], indtil endelig Marggraf bragte ogsaa dette til afslutning (1759); han bekræftede fuldstændigt Duhamels angivelser, og som yderligere forskjel mellem kogsaltbasen og det almindelige alkali angav han deres forskjellige flammefarve. Fra nu af benyttedes i den følgende menneskealder i almindelighed for at betegne natron den af Marggraf indførte benævnelse alcali minerale fixum, i modsætning til det af planterne fremstillede alcali vegetabile fixum.

Forholdet mellem de milde alkalier (karbonaterne) og de etsende blev først bestemt af Black 1755. Oprindeligt delte denne tidens almindelige anskuelse om en ildmaterie (pag. 6), som ved at optages af kalk gjorde denne etsende, og som fra kalken lod sig overføre til alkalierne, saa disse ogsaa blev etsende. Han tænkte, at etskalken tabte denne materie, naar den blev mild ved at henligge i luften, men forsøget viste ham, at kalken ikke havde tabt, men tvertimod tiltaget i vægt, saa at der altsaa ikke var noget gaaet bort fra den, men kommet noget til den. Han anstillede nu videre forsøg med magnesia alba (magnesiumkarbonat) og fandt, at den efter glødning veiede mindre end før og ikke længere bruste med syrer som før, men alligevel med syrerne dannede de samme salte som før glødningen. Der var saaledes ved glødningen gaaet bort en gas (kulsyregas), og da magnesia alba fremstilledes ved fældning med mildt alkali, saa maatte gasen være kommen fra dette. Herom forvissede han sig ved et forsøg, der hører til de mærkeligste af de faa kvantitative forsøg fra

[1] Saaledes angiver Anders Thue, apotheker i Fredrikstad, i en i Kjøbenhavn 1753 (efter hans død) trykt afhandling: sal culinare vulgare constat e gravi acido, volatili spiritu et terra alcalino-calcarea.

midten af det 18de aarh. En afveiet mængde magnesiumkarbonat blev glødet i en digel, derefter opløst i svovlsyre og fældt med alkalikarbonat; efterat være vasket og tørret viste bundfaldet nu igjen, »except a mere trifle« samme vægt, som det oprindelige karbonat havde havt. Idethele-taget kom han til det resultat, at alle alkalier og jordalkalier, der bruser med syrer, som væsentlig bestanddel indeholder en gas, der uddrives af syren, og som af de sidstnævnte ogsaa kan uddrives ved glødning. Naar etskalken gjør de milde alkalier etsende, saa er det, fordi den tager denne gasformede bestanddel fra dem, og ikke fordi den afgiver ildmaterie eller noget andet til dem. Kausticiteten er altsaa en egenskab, som de frie alkalier og jordalkalier taber, naar de optager kulsyregas; de bliver derved milde, og de milde alkalier kan saaledes ikke være enkelte stoffer. — Saa klar og grei Blacks fremstilling end var, blev den dog bestridt, især-deleshed fordi den ikke forklarede varmeudviklingen ved kalkens læskning med vand; apothekeren Johann Friedrich Meyer i Osnabrück (1705—1765) opstillede den theori, at karbonaterne er de virkelig rene alkalier og jordalkalier (enkelte stoffer), og at evnen at bruse for syrer er en væsentlig dem tilliggende egenskab; bruser de ikke længere, saa er det, fordi de allerede har optaget en syre. Naar kalken efter brænding ikke længere bruser, saa maa selve ildmaterien, som den har optaget, være af sur natur. Denne syre (acidum pingue) uddrives af kalken allerede af vand, og da den er næsten ren ildmaterie, maa der udvikles varme. Meyers theori fandt mange tilhængere, bl. a. Baumé, og om end saavel Wienerprofessoren Joseph v. Jacquin (1727—1817) som Scheele udtalte sig for Blacks mening, saa var dog endnu en stor del af flogistontidens kemikere lidet tilbøielige til at gaa ind paa den. — For at adskille de etsende alkalier fra deres karbonater benyttede Bergman benævnelserne alcali minerale (eller vegetabile) fixum purum og alcali minerale (v.) fixum aëratum, men disse tungvindte benævnelser ombyttede han senere for etskaliernes vedkommende med potassinum og natrum.

Benævnelsen terra, jord, jordarter, er meget gammel i kemien og har, som det vil erindres, været anvendt paa et eller, navnlig af Becher, paa flere hypothetiske grundstoffer. Becher mente, at det var en og samme terra primitiva, som indeholdtes i og var grundlaget for de forskjellige slags jordarter, som man efterhaanden havde lært at kjende. Kiseljorden blev ialmindelighed betragtet som saadan primitivjord. Meningerne om denne substants var overhovedet blandt flogistikerne meget uklare, og det var alene Scheele, som havde dannet sig en rigtig forestilling om dens natur. Han var som saa ofte ellers langt forud for sin tid. I et brev til Gahn skriver han 1766: »Månne man ej skulle kunna

anse Kiseljorden som en syra i mineralriket? Lera er en med Kiseljord saturerad alunjord«. Og, siger han videre, kan den forbinde sig med alunjord, saa maa den ogsaa kunne forbinde sig med kalkjord, — det er denne slags forbindelser, man har i zeolitherne, i turmalin og i granat — ligesom ogsaa med magnesia, hvad amiant og speksten synes at vise. Sluttelig tilføies, at kiselsyren »tycker äfven kunna förena sig med flogiston«, d. v. s. reduceres.

Jordarternes almindelige kjendetegn var ildfasthed og uopløselighed i vand; flere af dem var istand til ligesom alkalierne at forbinde sig med syrerne til virkelige salte, og disse betegnedes da som absorberende eller alkaliske jordarter. En inddeling af jordarterne, som dog mere hvilede paa fysikalsk end egentlig kemisk grundlag, var 1746 forsøgt af Pott, der adskilte 4 klasser: kalkartede, gipsartede, lerartede og glasartede; kalk og gips, som her holdtes ud fra hverandre, havde man før gjerne slaaet sammen; gipsens indhold af svovlsyre blev 1747 erkjendt af Macquer, og Marggraf bestemte den 1750 definitivt som kalciumsulfat.

Det var ogsaa Marggraf, der 1754 undersøgte den jordart, der indeholdes i og ved alkalier lader sig udfælde af alun, og han erkjendte, at den tillige er en bestanddel af ler. Han erklærede alunjorden for en eiendommelig jordart, der lader sig opløse i syrer og saaledes har noget tilfælles med de alkaliske eller kalkartede jordarter, men som desuagtet er ganske forskjellig fra kalk, da den med svovlsyre danner en let opløselig forbindelse. Der var dog endnu flere kemikere, som i lerjorden kun vilde se en afændring af kiselsyren. Baumé antog saaledes (1770), at kiselsyre ved paavirkning af alkalier undergik en forandring, hvorved den blev istand til med svovlsyre at danne alun, og han støttede denne antagelse til forsøg, idet han smeltede kiselsyre med alkali og ved at behandle det dannede vandglas med svovlsyre virkelig fik alun frem. Men Scheele viste 1776, at Baumés forsøg var urigtigt, idet lerjorden var optaget fra smeltediglen; han foretog smeltningen i en jerndigel, og der dannedes da selvfølgeligt ikke nogen alun. Hvad sammensætningen af dette salt angaar, saa var det den almindelige mening, som ogsaa Bergman og Scheele synes at have delt, at det deri indeholdte alkali ikke var væsentligt, men nærmest en forurensning. Marggraf forsøgte paa at fremstille alun ved at opløse lerjord i svovlsyre, men det vilde ikke lykkes (il manquoit encore quelque chose), og det var først ved tilsætning af alkali, at han fik virkelig alun udkrystalliseret; om han end saaledes erkjendte »la nécessité de l'addition d'un alcali dans ce travail«, synes han dog nærmest at have været af den

mening, at alkaliet kun virkede til at optage den overskydende syre og ikke indgik i alunens sammensætning[1].

Bitterjorden, der indeholdes i det allerede i slutningen af det 17de aarh. i England[2] og noget senere i Tyskland fundne bittersalt, som man 1710 ogsaa lærte at fremstille af søvandet, blev undersøgt af Hoffmann, der fremstillede det af moderluden efter salpeter; han erkjendte, at bitterjorden var en alkalisk jordart, som, om den end ikke var identisk med, dog i høi grad lignede kalkjorden. Dens forskjellighed fra kalk blev med bestemthed først paavist af Black 1755, i det allerede nævnte arbeide om kausticiteten, og det var ogsaa ham, som indførte det nu brugte navn magnesia; Marggraf paaviste, at den samme jordart, hvis eiendommelighed han ligeledes (1760) erkjendte, forekom i serpentin, talk og lignende mineraler. — Til disse jordarter kom endnu baryt, der blev opdaget af Scheele. Man havde allerede længe kjendt den s. k. bolognesersten (p. 13), og Marggraf fandt 1750, at den indeholder svovlsyre samt en jordart, som han imidlertid betragtede som kalk. Scheele kom til at beskjæftige sig med denne jordart i anledning af en undersøgelse af brunstenen (magnesia nigra), som han offentliggjorde 1774, — en undersøgelse, som er bleven berømt derved, at den førte til opdagelsen af ikke mindre end tre nye elementer[3]. I en saltsur eller salpetersur opløsning af brunstenen fandt han at svovlsyre gav bundfald, og han forstod snart, at den terra accidentalis in magnesia nigra, der indeholdtes i dette bundfald, maatte hidrøre fra de i brun-

---

[1] Alun har i sin tid spillet en vis rolle ved tilberedningen af en pyrofor, der i 1711 blev fremstillet af Homberg. Denne kemiker, der, som det vil erindres, ogsaa var alkemist, var bleven opfordret til at forsøge paa af menneskers fækalier at fremstille en olie, som man mente skulde kunne fixere kviksølv til fint sølv, og der blev sat et stort apparat i gang for disse forsøg (4 kraftige mænd holdtes i 3 maaneder indespærret i et hus med stor have, og maatte kun nyde hvedebrød og den bedste champagne). Blandt de substantser, hvormed raastoffet destilleredes, var ogsaa alun, og ved anvendelse af denne hændte det flere gange, at residuet i retorten af sig selv antændtes, naar det kom i berørelse med luften. Han meddelte en forskrift til fremstillingen af sin pyrofor, som han betegnede som et fosfor, og en forskrift blev ligeledes givet af Lemery, som imidlertid havde fundet, at fækalierne lod sig erstatte af blod, mel eller andre forbrændelige stoffer. Senere fandt man, at alun heller ikke var nødvendig, men kunde erstattes af glaubersalt eller andre sulfater; og endelig paaviste Scheele 1777, at de nødvendige ingredientser var svovl (svovlsyre), alkali og kul, og at pyroforen nærmest var en svovllever. Det viste sig saaledes, at ingen af de bestanddele, man fra først af ansaa nødvendige til pyroforens fremstilling, i virkeligheden var det, og navnlig ikke fækalierne, der, som det lader til, især deleshed havde vakt opmærksomhed: étrange origine pour une lumière si subtile & si céleste, staar der i histoire de l'académie, hvor omtalen af pyroforen slutter saaledes: Il paroît bien que rien n'est à negliger pour la Physique & qu'elle sçait trouver des trésors partout.

[2] Bittersaltet blev først fremstillet af Epsomkildens vand af lægen Nehemiah Grew (1628—1711). De salis cathartici amari in aquis Ebeshamensibus, 1695.

[3] Nemlig tillige mangan og klor. Scheele brugte en brunsten, i hvilken krystaller af tungspat var indsprængt.

stenen indsprængte krystaller, hvor den var bundet til svovlsyre; han formodede, at jordarten ogsaa maatte kunne findes i andre mineraler, og Gahn fandt den i tungspat. Efterat nu Scheele nærmere havde undersøgt dette mineral, kunde han med fuld bestemthed karakterisere den nye jordart, tungspatjorden eller terra ponderosa, som Bergman kaldte den.

Man havde saaledes efterhaanden, foruden kiseljorden, lært at kjende og adskille følgende jordarter: kalk, baryt, magnesia og lerjord. De betragtedes som enkelte stoffer ligesom metalkalkene, og man var begyndt at tænke sig muligheden af, at de i virkeligheden kunde være saadanne[1].

Af tunge metaller lærte man flere at kjende i flogistontiden, saaledes kobolt, nikkel, platina, mangan, wolfram og molybdæn, og næsten alle blev de opdagede i Sverige[2].

Man havde allerede længe kjendt det s. k. zaffer og det blaa koboltglas, men det var først Brandt, som erkjendte, at disse substantser indeholdt et eiendommeligt metal, hvis forskjellighed fra vismut han fremhævede allerede 1735. I 1742 fastslog han yderligere metallets egenskaber, dets tungsmeltelighed og magnetiske forhold. At det er kobolt, som indeholdes i det s. k. sympathetiske blæk, som før holdtes for en vismutopløsning, erkjendtes 1744 af den tyske læge Johann Albrecht Gessner (1694—1760). — Cronstedt undersøgte 1751 en svensk kobolterts og fandt, at den foruden jern og kobolt indeholdt et nyt halvmetal, hvis opløsninger med alkalier gav grønne bundfald, der ikke indeholdt kobber; 1754 kaldte han metallet for nikkel efter dets forekomst i kobbernikkel, og han fandt, at det i betydelig mængde indeholdtes i den ved blaafarvetilvirkningen faldende speis. Mange vilde dog endnu ikke anerkjende det nye metals eiendommelighed, men efterat Bergman 1775 havde fremstillet selve metallet og paavist, at det stod jernet meget nær, blev dets eiendommelighed ikke synderligt mere draget i tvivl.

Omtrent samtidigt blev platina opdaget; det kom fra Sydamerika og synes allerede i det 16de aarh. at have været kjendt af Scaliger, der omtaler et usmelteligt metal fra Darien (Nygranada); men nærmere blev det først kjendt gjennem et medlem af den 1735 udsendte franske gradmaalings-

---

[1] Saaledes var den franske kemiker Théodore Baron (1715—1768) tilbøielig til at holde lerjorden for en metalkalk, fordi den mindre lignede de øvrige jordarter, og fordi alunen forekom ham at staa vitriolerne meget nær. Bergman mente det samme om tungspatjorden, saavel paa grund af dens høie egenvægt, som fordi han fandt, at den fældtes af blodludsalt; den sidste angivelse var imidlertid urigtig, og det viste sig, at fældingen hidrørte fra, at det anvendte blodludsalt indeholdt svovlsyre. Ogsaa Scheele synes allerede tidligt at være kommen ind paa en saadan opfatning af alkalierne og jordarterne.

[2] Omtrent en fjerdedel af alle for tiden kjendte enkelte stoffer er opdagede i Sverige.

expedition, Don Antonio de Ulloa, en spansk søofficer, af hvis reiseberetning en del, der omhandler det sydamerikanske metal, i oversættelse blev forelagt royal society 1749 af dets medlem, lægen William Watson (1715—1784); det følgende aar fremlagde Watson for selskabet et arbeide af sin kollega William Browrigg (1711—1800), der nærmere beskrev det som et nyt eiendommeligt, usmelteligt og i salpetersyre uopløseligt tungt metal (halvmetal); det tildrog sig megen opmærksomhed, og der udkom slag i slag en række arbeider[1] om det nye metal, hvis vigtigste egenskaber i løbet af kort tid blev forholdsvis vel kjendt. Opløseligheden i kongevand paavistes af Scheffer, og Marggraf fandt, at platinopløsninger gav gule bundfald med kali- og ammoniaksalte, men ikke med natronsalte. Blik og traad af platina skal først være fremstillet af Sickingen, der glødede platinasalmiak og sveissede platinsvampen sammen, og den første platindigel antages at være fremstillet 1784[2] af Franz Carl Achard (1753—1821), direktør for Berlinerakademiets fysikalske klasse. Imidlertid hørte digler eller andre platinsager til kemisk brug, endnu udover aarhundredets slutning, til de største sjeldenheder[3], og udenfor Sydamerika var metallet endnu ikke fundet.

Noget senere (1774) blev mangan opdaget; allerede Pott havde paavist, at brunstenen ikke, som man før almindelig antog, var nogen jernforbindelse, men det var først Scheele, som i den nysnævnte afhandling erkjendte, at brunstenen indeholdt en eiendommelig bestanddel, og Gahn fremstillede kort efter selve metallet, der i begyndelsen kaldtes brunstenmetal, magnesium eller manganesium. Scheele viste, som allerede nævnt, at brunstenen maa flogisticeres for med syrerne at kunne danne salte, og han fremstillede flere af disse, saaledes mangansulfatet eller brunstenvitriolen, som man havde holdt for en slags alun eller bittersalt. Ved at smelte brunstenen med alkalier fik han ogsaa frem det mineralske kamæleon, uden dog endnu at komme til klarhed om aarsagen til farveforan-

---

[1] Saaledes af Scheffer 1752, af den 1781 afdøde engelske læge William Lewis i 1754, af Marggraf 1757, Macquer og Baumé 1758, Cronstedt 1764, grev Karl von Sickingen, kurpfalzisk minister i Paris, 1772, Buffon 1774, Bergman 1777, Tillet 1779 o. fl.

[2] Ved støbning af en lettere smeltelig legering af platin og arsen, hvilket sidste ved sterk ophedning forflygtigedes. Denne methode benyttedes ogsaa af guldsmedene Jeannetty og Chabonneau i Paris, der var de vigtigste platinfabrikanter i slutningen af aarhundredet. — Her kan ogsaa bemærkes, at platina allerede 1784 blev smeltet ved hjælp af surstofgas af Johan Erik Swartz (1762—1784) i Stockholm (Nordenskiöld l. c. 339).

[3] Berzelius fortæller i sin selvbiografi, at da han 1807 begyndte sine arbeider over de kemiske proportioner, fik han ved godhed af en ven laane en platindigel, den eneste, som fandtes i hele landet.

dringen. — Ikke længe efter (1778) lykkedes det Scheele af molybdænglansen, som man gjerne forvekslede med grafit[1], at fremstille molybdænsyren, og 1781 fandt han ogsaa i tungsten (scheelit) en eiendommelig syre, bunden til kalk. Begge disse af Scheele opdagede substantser holdt Bergman for metalkalker, og Peter Jacob Hjelm (1746—1813), myntguardein i Stockholm, reducerede molybdænsyren 1781. Derefter paaviste to unge spanske kemikere, brødrene d'Elhujar[2], at tungstenens syre ogsaa forekommer bundet til jern og mangan i wolfram, et mineral, man hidtil nærmest havde holdt for en slags tinerts, og de reducerede wolframsyren til metal (1784).

Ogsaa mangfoldige andre substantser, som fra tidligere tid var kjendt, blev af flogistontidens kemikere rigtigere og bestemtere karakteriserede. Saaledes vismut, der vistnok allerede af Agricola synes at have været antaget for et eget metal, men som senere gjennem længere tid var bleven forvekslet med antimon eller zink, og som man endog havde ment lod sig fremstille af tin og arsenik ved smeltning med salpeter og vinsten; dets eiendommelighed blev igjen først erkjendt 1739 af Pott, og senere blev især deleshed gjennem Bergman dets reaktioner nærmere kjendt. — Det regulinske arsen blev først fremstillet ved sublimation 1725 af Johann Friedrich Henckel (1679—1774), læge i Freiberg, og Brandt erklærede det 1733 for et eiendommeligt halvmetal, hvis kalk var den hvide arsenik; at denne sidste substants kan forbinde sig med alkalierne, paavistes 1746 af Macquer, der kaldte alkaliarseniterne for arsenlevere (analogt med svovllevere); Macquer beskrev ogsaa nærmere arsensyrens forbindelser saavel med kali som med natron, men selve arsensyren blev først fremstillet i 1764 af Cavendish, som imidlertid ikke publicerede disse forsøg, og arsensyren blev saaledes først senere (1775) almindelig kjendt gjennem en undersøgelse af Scheele, ved hvilken han ogsaa opdagede arsenvandstofgasen. — M. h. t. fosfor antog man i almindelighed med Stahl, at det bestod af flogiston og saltsyre (paa grund af urinens indhold af salt), og det var først Marggraf, der ved sine i 1740 og 1743 offentliggjorte arbeider paaviste, at det bestaar af fosforsyre og flogiston, idet fosforsyre dannes ved forbrænding af fosfor[3] og atter kan reduceres tilbage til fosfor. Han er-

[1] Grafitens virkelige natur — et mineralsk kul — blev først erkjendt af Scheele, der ogsaa paaviste dens tilstedeværelse i rujernet. — Mineralet havde ellers længe været kjendt, og dets anvendelse til blyant nævnes allerede 1565 af Conrad Gessner.

[2] De studerede en tid i Upsala under Bergman og var ogsaa i Køping hos Scheele. Den ældste af dem, Don Fausto, f. 1755, blev direktør for bergværkerne i Mexiko, senere statsminister i Spanien, hvor han døde 1832; den yngre, Don Juan José, der har leveret et arbeide over amalgamationsprocessen, døde i Mexiko.

[3] Marggraf bemærkede, at fosfor ved forbrændingen tiltog i vægt (1 unze tiltog $3^1/_2$ drakmer), uden dog, som det synes, at lægge videre vægt derpaa.

kjendte ogsaa, at fosforet forekom i urinen som fosfat, og at det overhovedet forekom langt mere udbredt i planteriget, end man før havde vidst. At det forekommer som kalciumfosfat i ben, blev først paavist af Gahn 1766, og Scheele fremstillede fosfor af ben 1770[1]. Natriumfosfat af urin blev først fremstillet 1735 af Hellot; man kaldte det i almindelighed perlesalt, sal perlatum, og Pott holdt det for et slags glaubersalt; Bergman antog, at det indeholdt en eiendommelig syre, perlesyren (pag. 41); men Scheele erkjendte den 1785 for fosforsyre. — Borsyren (sedativsaltet) blev 1732 undersøgt af Cl. J. Geoffroy, der bl. a. opdagede, at den meddeler flammen en grøn farve, men saavel han som Pott, der 1741 arbeidede dermed, havde endnu kun uklare forestillinger om den. Det var først Baron, der 1747—48 erkjendte, at borax ligefrem er en forbindelse af borsyre og natron og lader sig fremstille ved at bringe begge disse bestanddele sammen. Heller ikke han kom til noget definitivt resultat med hensyn til, hvad borsyren egentlig er, men han bestemte dog rigtigt flere af dens egenskaber; han viste, at den kun lader sig forflygtige med vanddampe, men at den ikke i og for sig er flygtig, samt at den ved ophedning kan uddrive syrerne af salpeter eller kogsalt; paa grund af denne sidste egenskab tænkte man, at den maatte indeholde svovlsyre, og Bourdelin anstillede i 1753 forsøg i denne retning, men opnaaede ligesaalidt som sine forgjængere at opklare borsyrens virkelige natur. Borsyrens tilstedeværelse i lagunerne i Toskana blev bekjendt 1778 ved Hubert Franz Hoefer, en tysker, der var hofapotheker i Florentz; udvindingen i det store begyndte dog først senere (1818). — Flusspaten, hvis evne til at etse glas synes at have været kjendt siden 1670, blev 1768 undersøgt af Marggraf, der destillerede den med svovlsyre i en glasretorte og fandt, at der i vandet i forlaget udskiltes en hvid jord (kiselsyre); han mente derfor, at svovlsyren af flusspaten uddrev en flygtig jordart. Scheele gjentog forsøget 1771 og fandt, at flusspaten indeholder kalk i forbindelse med en eiendommelig syre; denne syre, som af svovlsyren var bleven sat i frihed, mente han frembragte kiselsyre ved at komme i berørelse med vand. Priestley, der 1775 gjentog forsøget og opsamlede den udviklede gas over kviksølv, lagde mærke til, at glasset i retorten blev stærkt angrebet; og endelig foranledigede hofapotheker i Stettin Johann Carl Fredrich Meyer (1733—1811) Scheele til 1781 atter at gjentage forsøgene uden anvendelse af glas, i blykar eller fortinnede kar,

[1] Fosfor var fremdeles meget kostbart og vanskeligt at erholde; da Gren 1786 ønskede at gjentage Lavoisiers forsøg om fosforets forbrænding i surstofgas, saa han sig ikke istand til at skaffe sig det.

og det viste sig da, at der ikke udskiltes kiselsyre i forlaget. Til samme resultat kom samtidigt den som forfatter af en kemisk haandbog og flere andre skrifter bekjendte apotheker Johann Christian Wiegleb i Langensalza (1732—1800), idet han sammenlignede vægten af den udskilte kiselsyre med det vægtstab, som glasretorten havde undergaaet ved destillationen.

De i flogistontiden indvundne erfaringer om de organiske stoffer fortjener ogsaa at omtales i korthed. Alkohol var vistnok endnu ikke kjendt i absolut eller vandfri tilstand[1], men der blev dog gjort forsøg paa alkoholometri. Réné Antoine Ferchault de Réaumur[2] (1683—1757) gav allerede 1735 tabeller for egenvægten af blandinger af alkohol og vand, og fysikeren Mathurin Jacques Brisson (1723—1800), der beskjæftigede sig med konstruktionen af aræometre, udgav lignende 1769. Isediken blev først fremstillet 1759 af den ogsaa som skjønliterær og historisk forfatter bekjendte grev Louis Léon Lauraguais (1733—1824), som ogsaa opdagede edikeætheren. Myresyrens forskjellighed fra edikesyren godtgjordes af Marggraf 1749, og endelig blev for et stort antal andre organiske syrer deres eiendommelighed først fastslaaet af Scheele. Saaledes vinsyren[3] som allerede nævnt 1770, urinsyren 1776, slimsyren samt melkesyren 1780, oxalsyren og citronsyren 1784. Scheele havde allerede 1776 fremstillet oxalsyre af sukker, men den antoges forskjellig fra den i syresaltet indeholdte syre, indtil han 1784 paaviste begges identitet. Det var ogsaa Scheele, som først fremstillede æblesyren (1785) og det følgende aar den rene gallussyre, hvis forekomst i galæblerne allerede før var iagttaget. Korksyren fremstilledes 1787 af Luigi Brugnatelli (1761—1818), professor i Pavia. — I 1783 opdagede Scheele glycerinet, som han fremstillede af olivenolie og blyoxyd, og han konstaterede dets forekomst i forskjellige fedtarter; imidlertid var man endnu ikke kommen til nogen rigtig erkjendelse af forsæbningen eller fedtarternes natur i det hele taget. — Man skylder ogsaa Scheele opdagelsen af blaasyren, hvis forhistorie allerede skriver sig fra aarhundredets begyndelse. En farver i Berlin, som vilde tilberede florentinerlak af kochenille ved at udkoge den med alun og jernvitriol, samt derefter fælde med alkali, anmodede en den

---

[1] Den blev først fremstillet 1796; Bergman angiver 1775 egenvægten af den reneste alkohol til 0,82, hvilket svarer til omtrent 94 vægtsprocent.

[2] Réaumurs arbeider om thermometret er fra 1730—31.

[3] Seignettesaltet, der har navn efter den franske apotheker Pierre Seignette (død 1712), som længe havde holdt dets fremstilling hemmelig, var 1735 blevet undersøgt af Cl. J. Geoffroy, der fandt det sammensat af vinsten og spansk soda.

tid (1704) der boende alkemist Dippel[1] om noget kali. Denne gav ham en kalirest, der stod igjen efter rensning af Dippels olie, som havde været tilberedt af blod. Ved anvendelsen af dette fremkom da en blaa farve istedetfor den forventede røde. Dippel forstod, at den blaa farve maatte skrive sig fra det af ham leverede alkali, og han fremstillede nu selv den nye farve ved at kalcinere alkali med blod og fælde den deraf udvundne lud med jernvitriol. Tilberedningen af dette s. k. berlinerblaat, der kom i handelen omkring 1710, holdtes hemmelig, og uagtet mange beskjæftigede sig dermed, hengik der længere tid, førend kemikerne kom paa det rene med stoffets natur. Macquer fik 1752 frem blodludsaltet, men dette flogisticerede alkali, som man kaldte det, ansaaes længe for jernfrit[2]. Ved at destillere blodludsalt med svovlsyre fremstillede Scheele 1782 blaasyren (berlinerblaasyren), og han fremstillede ligeledes cyanider af kviksølv og kalium.

Dyriske stoffer var endnu kun lidet gjenstand for undersøgelser; dog fortjener det at nævnes, at italieneren Vincenzio Menghini 1747 erkjendte jernets tilstedeværelse i blodlegemerne og fandt ferri portio ad sanguinem ut 1 ad 120, — samt at hans landsmand Domenico Cotugno (1736—1822), professor i anatomi i Neapel, paaviste æggehviden i urin ved nyresygdomme. Sukkerets tilstedeværelse i urinen ved diabetes erkjendtes 1776 af englænderen Dobson, og Joh. Peter Frank (1745—1821) fremstillede 1792 sukkeret i ren tilstand, overførte det ved gjæring til alkohol og ved oxydation til oxalsyre[3]. — Forraadnelse og gjæring blev 1762 af Wienerlægen Marcus Antonius Plencig sat i forbindelse med de af Leeuwenhoek opdagede mikroskopiske organismer; han mente, at forraadnelsen skyldtes spirer, der udviklede ormartede organismer, hvis flygtige stofvekselsprodukter fremkaldte den ubehagelige lugt, men han kom ikke nærmere ind paa studiet af selve organismerne og deres virkning. Interessen blev hovedsageligt optaget af deres oprindelse. De fleste mente, at de fremkom af sig selv, uden at levende spirer forud var tilstede, ved en omvandling af de forhaandenværende livløse stoffer, en generatio spontanea eller æquivoca, en forestilling, som vi allerede har seet van Helmont i sin tid havde været inde paa. Denne lære havde en ivrig talsmand i den engelske geistlige John Tuberville Needham, der 1745 offentlig-

---

[1] Johann Conrad Dippel, en tysker, som var født 1673, studerede først theologi, men lagde sig senere efter alkemi. Han flakkede meget om, kom bl. a. til Danmark, hvor han først var i Fredrik IV's tjeneste, men derefter en tid holdtes fængslet paa Bornholm. Derfra kom han til Sverige og endelig tilbage til Tyskland, hvor han døde 1724. Hans navn er knyttet til den ved destillation af ben o. dsl. erholdte olie.

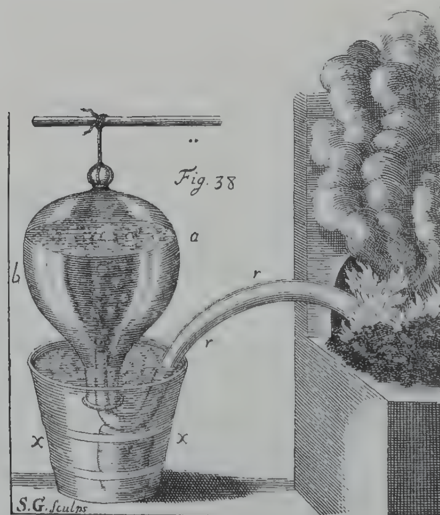
[2] Det var først Berthollet, der 1787 erkjendte jernet som nødvendig bestanddel.

[3] E. O. v. Lippmann, Chemiker-Zeitung. 1905. 1197.

gjorde endel forsøg. Han kogte kjødsuppe i en flaske, der blev lufttæt lukket og derefter hensat en tid; ved flaskens aabning viste det sig, at den indeholdt en rigelig mængde »infusorier«. Disse mente han nu maatte være dannede ved en generatio spontanea, idet de oprindelig forhaandenværende spirer var dræbte ved kogningen og nye ikke kunde være udenfra komne ind i den lukkede flaske. Paa den anden side viste 1765 Lazaro Spallanzani (1729—1799) i Pavia, at organismerne kun optraadte, naar et infus, der havde undergaaet kogning og derefter en tid havde været holdt i lukket kar, ved flaskens aabning kom i berørelse med luft, som ikke iforveien havde været tilstrækkelig stærkt ophedet; han sluttede deraf, at organismerne i Needhams forsøg kom fra spirer, der indeholdtes i luften, og at disse kunde tilintetgjøres ved iforveien at ophede luften tilstrækkeligt stærkt. Striden om dette holdt sig nu endnu en lang tid efter gaaende.

Af ganske overordentlig stor betydning er endelig de fremskridt, som flogistontiden gjorde i erkjendelsen af de gasformede stoffers natur. Disse fremskridt skriver sig for den største del fra engelske forskere.

Gasarternes undersøgelse var endnu vanskelig, saalænge man ikke havde fundet midler til at opsamle dem. Boyle havde, som det vil erindres, foretaget opsamlingen i selve udviklingskarret, og den mangesidige lærde engelske arkitekt Christoph Wren (1632—1723) havde indført brugen af en over udviklingsflasken anbragt sammentrykket blære. Men det var først Hales, som 1727 grundlagde de experimentelle methoder, hvoraf de endnu brugelige har udviklet sig[1]. Han benyttede til gasudvikling en retorte med lang hals, der udmundede i et med vand fyldt større kar; over retorthalsens munding var ophængt en med vand fyldt glasballon med aabningen ned.



Ved hjælp af dette apparat forsøgte Hales ogsaa at maale de gasmængder, som udvikledes af bestemte vægtmængder af de forskjellige

[1] Efter Hoefer har dog en, forøvrig lidet kjendt franskmand, Moitrel de l'Élément været den første, der opsamlede luft over vand. Han udgav 1719 et skrift derom, men uden at det lykkedes ham at faa samtiden til at interessere sig for det.

substantser. Han fremstillede forskjellige gasarter, deriblandt surstof ved ophedning af mønnie, men uden nærmere at undersøge det; ligeledes kvælstofoxyd (salpetergas), og han lagde mærke til, at den bliver brunrød, naar den blandes med luft. Han saa imidlertid ikke, at de gasarter, som han fremstillede, var eiendommelige, fra den atmosfæriske luft forskjellige stoffer, men holdt dem for mere eller mindre forurenset luft og drog den slutning, at luften er et element, der indeholdes i og kan fremstilles af de fleste stoffer, og at den i disse kan være tilstede i fast tilstand[1].

Den første gas, hvis forskjellighed fra luften med bestemthed blev erkjendt, og som blev nærmere undersøgt, var kulsyregasen, som allerede van Helmont havde adskilt som gas sylvestre. Black fandt ved den ovenfor omtalte undersøgelse af alkalierne, at den gas, der ved syrer udvikles af de milde alkalier, er identisk med den, der dannes ved forbrænding af kul eller ved aandedrættet, samt at den bestemt adskiller sig fra den atmosfæriske luft ved sin evne til at grumse klart kalkvand. Han kaldte den fix luft[2], fordi den optages (fixeres) af de etsende alkalier, og da den til en vis grad (in some measure) neutraliserer disse, erkjendte han, at den forholdt sig som en syre. Kulsyregasens eiendommelighed blev ogsaa erkjendt af lægen David Macbride (1726—1788) i Dublin, der beskjæftigede sig med dens optræden ved forraadnelse og gjæring, samt af Cavendish, der 1766 fremstillede den af marmor og saltsyre, bestemte dens egenvægt og opløselighed samt de mængder af den, som indeholdtes i de forskjellige karbonater. Endelig udførte ogsaa Bergman en undersøgelse af kulsyregasen, som han kaldte acidum aëratum eller luftsyren efter dens forekomst i atmosfæren, som han paaviste og nærmere bestemte.

Black havde forbedret den experimentale teknik ved indførelse af en udviklingsflaske med særskilt gasledningsrør, og Priestley føiede hertil et underlag for opsamlingskarret, saa dette kunde staa istedetfor at hænge.

---

1 Since then air is found so manifestly to abound in almost all natural bodies; since we find it so operative and active a* principle in every chymical operation; since its constituent parts are of so durable a nature, that the most violent action of fire or fermentation cannot induce such an alteration of its texture, as thereby to disqualify it from resuming, either by the means of fire, or fermentation, its former elastick state; unless in the case of vitrification, when, with the vegetable Salt and Nitre, in which it is incorporated, it may perhaps some of it, with other chymical principles, be immutably fixt: Since then this is the case, may we not with good reason adopt this now fixt, now volatile *Proteus*, among the chymical principles, and that a very active one, as well as acid sulphur? notwithstanding it has hitherto been overlooked and rejected by Chymists, as no way intitled to that denomination.

* *Jovis omnia plena*, Virgil.

2 Ordet gas var efter van Helmonts tid gaaet af brug og blev først noget senere gjenoptaget.

Hans samtidige, Peter Woulfe (1727—1803), kemiker i London, opfandt 1784 den bekjendte gasvaskeflaske, som endnu bærer hans navn. Priestley, der overhovedet var en udmærket dygtig experimentator, var ogsaa den første, som anvendte kviksølv til opsamling af gaser, der var let opløselige i vand. Derved lykkedes det ham 1774 at fremstille ammoniakgas (alcalin air) og saltsyregas (marin acid air). Begge disse havde Hales søgt at opsamle, men forgjæves, idet vandet altid var steget tilbage. Saltsyregasen var iøvrigt allerede 1770 af Scheele bleven erkjendt som en i vand yderst let opløselig gas. Aaret efter fremstillede Priestley svovlsyrlinggas (vitriolic acid air) samt fluorkiselgas, og i 1772 kvælstofoxydul ved at lade zink virke paa kvælstofoxyd, som han udviklede af kobber og salpetersyre. — Omtrent samtidigt, 1774, isolerede Scheele klorgasen, som vistnok allerede tidligere var bleven bemærket af van Helmont, der ved at destillere salmiak med salpetersyre havde erholdt en flatus incoercibilis. Scheele iagttog dens gulgrønne farve, giftighed, blegende evne samt dens opløsende virkning paa metaller og zinnober. Da Scheele havde iagttaget, at brunstenen maatte flogisticeres for at kunne danne salte, mente han, at den optog flogiston fra saltsyren, og kaldte derfor klorgasen deflogisticeret saltsyre; han forstod, at kongevandets opløsende virkning paa guld beror paa, at salpetersyren deflogisticerer (oxyderer) saltsyren. — Ogsaa svovlvandstofgasen (svovlleverluft, stinkende svovlluft), hvis brændbarhed allerede tidligere var bemærket, bl. a. af Rouelle, blev 1777 nærmere undersøgt af Scheele, der lærte at fremstille den af svovljern.

Ogsaa luftens og vandets elementer blev opdagede og først fremstillede af flogistontidens kemikere.

Surstoffet opdagedes omtrent samtidigt, omtrent 1771 af Scheele og Priestley. — Scheele offentliggjorde sine undersøgelser 1777 i Chemische Abhandlung von der Luft und dem Feuer, men de vigtigste af de deri nedlagte resultater havde han allerede fundet i 1771 og 1772. Hans forsøg var følgende: Afmaalte mængder af atmosfærisk luft blev bragt sammen med svovllever, tilberedt af kali eller kalk, eller med jernoxydul og andre substantser, der virkede paa lignende maade. Det viste sig, at luftens volum formindskedes, og naar absorptionsmidlet fik tilstrækkelig tid — flere uger — til at virke, var i almindelighed 20 rumdele luft mindsket med omtrent 6 dele. Den tilbageværende del af luften underholdt ikke længere forbrændingen. Han fandt derhos, at der af de anvendte sulfider dannedes sulfater, som ved anvendelse af kalciumsulfid var let at paavise, da der udfældtes gips. Han antog derfor, at luften havde forbundet sig med svovlets flogiston og frigjort dets anden bestanddel, svovlsyren. I begyndelsen mente han, at luftens volumformindskelse beroede paa, at det

optagne flogiston havde gjort den tættere; men da han fandt, at dette ikke var tilfældet, idet den tilbageblivende del af luften tvertimod var lettere, saa drog han den slutning, at luften maatte bestaa af to forskjellige gasarter (elastische Flüssigkeiten von zweyerley Art), af hvilke den ene, som han kaldte fordærvet luft, ikke forbandt sig med flogiston, medens den anden havde stor tilbøielighed til at optage det, samt at denne sidste bestanddel udgjorde mellem 1/3 og 1/4 af luftens volum. Da han ved de forsøg, han videre anstillede ved i bestemte luftmængder at forbrænde fosfor, kul eller svovl, ikke var istand til at gjenfinde den af luftens bestanddele, der var bleven absorberet af flogistonet, kom han til den antagelse, at den var gaaet over til varme, der var undveget gjennem glaskarrets vægge. Denne hypothese, at en luftbestanddel forbandt sig med flogiston til varme, forfulgte Scheele nu videre, og saa urigtig den var, førte den ham dog til at isolere vedkommende luftbestanddel. Han forsøgte nemlig at dekomponere varmen ved hjælp af stoffer, som kunde optage dens flogiston, saa den anden bestanddel kunde blive sat i frihed; først tog han salpetersyre, idet han mente, at denne ved at optage flogiston gik over til rygende syre. Han destillerede salpeter med stærk svovlsyre (ein recht schwartzes Vitriol Oel), og under den ved stærk ophedning stedfindende skummen gik nu med de røde dampe en gasart over, der underholdt forbrændingen langt lettere end den almindelige luft; varmen havde saaledes afgivet sit flogiston til salpetersyren, og dens anden bestanddel, ildluften, som han kaldte den, var dermed isoleret. Han forvissede sig ogsaa om, at der ved blanding af en del ildluft og tre dele fordærvet luft fremkom en luft, som i alle dele lignede den »ordinaire«. Han fortsatte nu forsøgene med brunsten, som han vidste havde stor tilbøielighed til at optage flogiston (d. v. s. afgive surstof), og fik ved at ophede den med svovlsyre eller fosforsyre ganske den samme ildluft; ligesaa ved at ophede magnesium- eller kviksølvnitrat eller almindeligt salpeter, hvilken sidste methode han fandt bedst og billigst; varmens ildluft blev fri, men dens flogiston overførte nitratet til nitrit; fremdeles ved at ophede sølvoxyd, guldoxyd eller kviksølvoxyd, idet varmens flogiston forbandt sig med metalkalkene til metal, medens dens ildluft undveg. Da han nu allerede havde fundet, at den fordærvede luft var lettere end den atmosfæriske, sluttede han, at ildluften maatte være tungere, og han fandt virkeligt, at et volum ildluft svarende til 20 unzer vand veiede næsten 2 gran mere end samme volum almindelig luft.

Vistnok havde han i sine første forsøg fundet, at ildluften var bleven absorberet af alkalisulfiderne ved almindelig temperatur, uden at nogen varmeudvikling iagttoges; han antog imidlertid ganske rigtigt, at der ogsaa derved var dannet varme, men da processen foregik i et saa langt tidsrum

som flere uger, var den varmemængde, som i hvert øieblik dannedes, saa ringe, at man ikke kunde mærke den; ved at lade den samme proces foregaa hurtigere kunde han iagttage stigning af thermometret allerede efter nogle minuters forløb. Endelig udførte Scheele en række forsøg, der bragte paa det rene, at det er ildluften, som er virksom ved aandedrættet, og at der i den udaandede luft indeholdes kulsyregas. — For at bestemme mængden af de i luften indeholdte to gasarter anvendte han senere en fugtig blanding af jernfilspaan og svovl, og ved en længere række forsøg kom han til det resultat, at 100 rumdele luft indeholdt omtrent 27 ildluft.

Uafhængigt af Scheele havde som nævnt imidlertid Priestley arbeidet. Han udgav i 1772 sine Observations on different kinds of air, som aaret efter blev oversat paa fransk og italiensk og to aar efter udkom i ny udgave, der atter blev oversat paa fransk og senere ogsaa paa tysk. Han havde en tid boet i nærheden af et bryggeri, og derved var hans opmærksomhed bleven henledet paa de ved gjæringen optrædende gaser. Han fandt, at grønne planter kan leve i kulsyregas, og at de under lysets indflydelse forandrer den saaledes, at den bliver skikket til at underholde forbrændingen og aandedrættet[1]; men han havde endnu ikke nogen formodning om, at den gas, som planterne havde frembragt, allerede indeholdtes i den atmosfæriske luft. Han undersøgte endvidere denne sidste ved hjælp af salpetergas (kvælstofoxyd) og fandt, at jo renere, mindre forurenset ved aandedræt luften var, desto mere formindskedes dens volum, naar den bragtes sammen med salpetergasen. Fremdeles afspærrede han luft over vand og lod ved hjælp af et brændspeil kul brænde deri; han iagttog da, at omtrent 1/5 af luften gik over til kulsyregas, og at resten — efterat kulsyregasen var fjernet ved kalkvand — ikke længer var istand til at underholde forbrænding eller aandedræt. Priestley fandt ogsaa, at luftens volum mindskede, naar tin eller bly forkalkes i lukkede kar; og endelig erholdt han ved ophedning af salpeter en gas, der underholdt forbrændingen med livlighed og lethed. — Priestley fremlagde saaledes en bety-

[1] Om end Priestley saaledes har æren af først at have iagttaget planternes absorption af kulsyregas og deres evne til at »fornye« den ved forbrændingen »ødelagte« luft, var det dog først noget senere, at de nærmere forhold ved disse processer, sollysets indflydelse og i det hele, at det her dreiede sig om kulsyregasens assimilation i planterne, blev bragt fuldstændigere paa det rene. Det er først og fremst Londonerlægen Jan Ingen-Houss (1730—1799), en hollænder af fødsel (Experiments on vegetables, 1779), samt Genferen Jean Senebier (742—1809), prest og senere bibliothekar i sin fødeby (Recherches sur l'influence de la lumière solaire pour métamorphoser l'air fixe en air pure par la végétation, 1783), der har fortjenesten i denne sag.

Om Ingen-Houss kan endnu nævnes, at det bekjendte forelæsningsforsøg at brænde en urfjær i surstofgas, hidrører fra ham.

delig del nye og mærkelige iagttagelser; men med alt dette var han dog ikke kommen til at erkjende luftens to bestanddele eller forstaa sammenhængen med luftens »ødelæggelse« ved forbrænding og aandedræt eller dens »fornyelse« ved planterne. Han antog stadig, at det var luften som helhed, der blev »ødelagt« eller »fornyet«. Imidlertid har han havt en følelse af sine opdagelsers betydning: this series of facts seems very extraordinary and important, and, in able hands, may lead to considerable discoveries.

Et par aar senere kom Priestley tilbage til den gas, han tidligere havde fremstillet ved ophedning af salpeter, og den 1ste august 1774 fremstillede han surstoffet ved ophedning af rødt kviksølvoxyd. Da gasen underholdt forbrændingen saa let og derved forekom ham at virke paa lignende maade som salpeter, tænkte han sig muligheden af, at kviksølvet ved at ophedes i aabne kar kunde have optaget noget salpeterartet, og det var ham derfor om at gjøre at faa gjentage forsøget med rent kviksølvoxyd. Senere paa aaret, i oktober, reiste han til Paris, hvor han fik en unze rent kviksølvoxyd, der var fremstillet af Cadet; han fik paany den samme gas frem og forvissede sig om, at den var forskjellig fra det af ham noget før opdagede kvælstofoxydul, der ogsaa underholdt forbrændingen. Noget senere fandt han, at den deflogisticerte luft, som han nu kaldte gasen, er noget tungere end den atmosfæriske. At den var en bestanddel af den atmosfæriske luft, saa han ikke; jeg fik, siger han, en luft, som — — — havde alle den sædvanlige lufts egenskaber, kun i meget større fuldkommenhed.

Luftens anden hovedbestanddel, kvælstoffet, som Scheele kaldte fordærvet luft og Priestley flogisticeret luft, og som allerede Mayow havde havt under sine hænder, erkjendtes 1772 som en eiendommelig gasart af lægen Daniel Rutherford i Edinburg (1749—1819), der offentliggjorde sine iagttagelser noget før de andre samtidige, der ogsaa havde isoleret denne luftbestanddel. Rutherford viste, at den atmosfæriske luft ikke blot ved aandedrætsprocessen tilføres utjenlige gaser, men at der i selve dens sammensætning indgaar en gas, som i og for sig er uskikket til at underholde forbrænding eller aandedræt. Af luft, hvori dyr havde aandet, fjernede han kulsyregasen ved kalilud og paaviste, at den tilbageblivende gas slukkede flammen og kvalte dyr.

Priestley havde — som vi nu vilde sige — udført den første analyse af luften ved at lade surstoffet absorberes af salpetergas. Lignende bestemmelser blev i 1774 udført af den italienske professor Felice Fontana (1730—1805) samt 1775 af hans landsmand grev Marsiglio Landriani. Analyserne var dog meget ufuldkomne og gav store differentser, idet man fandt 18—25 vol. pct. surstof. Landriani troede at maatte slutte, at

luften havde forskjellig sammensætning paa de forskjellige steder af jorden og paa de forskjellige aarstider, og at den indeholdt mest surstof i smukt og sundt veir; og man antog i almindelighed, at luftens surstofmængde havde indflydelse paa sundheden. — Sagen blev først 1783 bragt paa det rene af Cavendish, der efter en nøiagtig undersøgelse af salpetergaseudiometret[1] og dets feilkilder kunde konstatere, at den atmosfæriske luft paa alle steder og til alle tider har en i det væsentlige konstant sammensætning, og han bestemte surstofmængden til 20,84 vol. pct.[2]

Vandstoffet blev opdaget 1766 af Cavendish, der ved syrernes indvirkning paa jern eller zink fremstillede en »inflammable air«, hvis egenvægt han bestemte til $1/11$ af luftens[3]; han fandt ogsaa, at samme vægtsmængder af de forskjellige metaller gav forskjellige mængder vandstofgas. Scheele paaviste 1777, at den samme gas ogsaa fremkommer ved alkaliernes indvirkning paa zink. — Priestley havde allerede 1775 anstillet forsøg med knaldgas. En af hans landsmænd ved navn Warltire meddelte ham senere, at han ved nogle forsøg af lignende art havde fundet, at der ved explosion af brændbar og almindelig luft fremkom fugtighed. Denne meddelelse blev 1781 offentliggjort af Priestley. Paa grundlag heraf begyndte Cavendish nærmere at beskjæftige sig med dette spørgsmaal. Han fandt snart, at det ikke forholdt sig saaledes, som Warltire mente at have iagttaget, at vægten af det kar, hvori brændbar og almindelig luft havde exploderet, undergik forandring, men paaviste, at der ved explosion af 1000 vol. almindelig og 423 vol. »brændbar luft« fremkom vand, idet den sidstnævnte ganske forsvandt, men kun $1/5$ af den første[4]. Han fandt endvidere, at den hele gasmængde forsvandt, naar 370 vol. brændbar gas exploderede med 195 vol. rent surstof. Cavendish lagde endelig mærke til, at det dannede vand indeholdt noget salpetersyre. Hans forsøg paa at bestemme, hvorfra denne skrev sig, forhalede arbeidets offentliggjørelse, saa det først blev publiceret 1784; men allerede længe før havde han meddelt Priestley sine resultater, ligesom han ogsaa vaaren 1783 havde gjort endel af sine kolleger i royal society bekjendt med dem. — Ogsaa James Watt (1736—1819), dampmaskinens berømte opfinder, der

[1] Udtrykket eudiometer skriver sig fra Landriani.

[2] Cavendish fandt 1785, at der, efterat baade surstoffet og kvælstoffet var borttaget fra luften, endnu blev en rest af omtrent 0,6 vol. pct. tilbage (argon, 1894).

[3] Cavendish var overhovedet den første, som erkjendte egenvægten som noget, der karakteriserede de forskjellige gasarter. Han fandt for vandstof 0.09 og for kulsyregas 1.57. Han var ogsaa den første, der benyttede tørrerør for at befri gasen for fugtighed, ligesom det ogsaa var ham, der ved maalinger af gasvolum først begyndte at tage hensyn til temperatur og tryk.

[4] 1000 vol. luft har 209 vol. surstof; forholdet mellem begge gasernes volum var saaledes bestemt meget nær det rigtige, nemlig 209 : 423 eller 1 : 2,02.

boede ved Birmingham i nærheden af Priestley, og som gjennem denne synes at være kommen ind paa dette spørgsmaal, kom til det resultat, at vandet bestod af deflogisticeret luft (surstof) og flogiston; han udtalte dette i et brev af 26de april 1783, som Priestley overgav præsidenten i royal society.

Cavendish og isærdeleshed Kirwan mente, at vandstof var identisk med flogiston. Svovlsyren spalter metallerne i deres to bestanddele; er den fortyndet, optager den metalkalken, medens metallets anden bestanddel, flogistonet bliver fri; er den koncentreret, vil flogistonet ikke blive frit, men forbinde sig med en del af syren til flogisticeret svovlsyre (svovlsyrlinggas). Denne opfatning blev nu en tid den almindeligt antagne, især af de engelske kemikere, der ogsaa lagde mærke til, at den nye gas kunde forbinde sig med metalkalkene til metal.

Om der end med de fremskridt, kemien gjorde i det 18de aarh., blandt de mere fremtrædende videnskabeligt virkende kemikere neppe var nogen, som kan siges at have været egentlig alkemist[1], saa var det dog dermed ikke udelukket, at flere af dem endnu betragtede alkemi og metalforvandling som noget, der ikke ligefrem lod sig bestride, og som i ethvert fald fortjente, at man anstillede forsøg dermed. Dette var navnlig tilfældet med Boerhaave, der, som det vil erindres, ikke delte flogistikernes syn paa metallerne; han anstillede flere forsøg, bl. a. ved at holde kviksølv uafbrudt ophedet i 15 maaneder, for at prøve rigtigheden af visse alkemistiske forestillinger om, at kviksølv lod sig fixere (forvandle til fast metal) uden nogen tilsætning; men han fandt altid, at de alkemistiske angivelser var urigtige. Den ældre Geoffroy troede vistnok paa muligheden af visse transmutationer, af salpeter til alkali eller paa at jern kunstigt lod sig fremstille af ler og olie, idet han begik en lignende feiltagelse, som allerede Becher havde været ude for; men han var dog en erklæret modstander af alkemien og har endogsaa skrevet en afhandling des supercheries concernant la pierre philosophale (1722); ligeledes har Wiegleb, endnu saa sent som 1777, skrevet en historisch-kritische Untersuchung der Alchemie for at godtgjøre dens uholdbarhed.

[1] Der var vel endnu nogle enkelte, som synes at have holdt paa metalforvandlingen, og blandt saadanne kan nævnes J. Fr. Meyer, Friedrich Joseph Wilhelm Schröder (1733—1788), professor i Marburg, samt Wenzel, der i Einleitung in die höhere Chemie (1773) udtalte, at metallerne kunde dekomponeres i visse bestanddele og igjen sammensættes af dem. Ved udtrykket höhere Chemie vilde Wenzel tage afstand fra det uvidenskabelige guldmageri.

Men om end alkemien ikke længere havde kurs blandt videnskabsmændene, var der dog en tid udover mange andre, som troede paa den[1], og det store publikum var stadig optaget af den. Almenhedens trang til aandelig næring kunde ikke finde tilstrækkelig tilfredsstillelse i tidens negative og tørre theologi, og i literaturen var der endnu ikke stort at finde. Man havde da let for at komme ind paa den s. k. høiere viden, forsøg paa at faa en dybere indsigt i naturens hemmeligheder, end den profane naturvidenskab kunde give — særlig, naar den som her forespeilede muligheden af at erhverve velstand og sundhed og lovede menneskene et vist herredømme over aandeverdenen og at komme i nærmere samfund med gud. Selv høit dannede og fremragende mænd interesserede sig for saadant, og endog Goethe drev en tid hermetiske studier. Man begyndte igjen at høre tale om Rosenkreuzere, og disse kom i berørelse med frimureriet, der omkring 1720 var bleven reorganiseret i England, og som i de nærmest følgende decennier havde udbredt sig paa fastlandet; i de høiere grader af denne orden mente man at skulle blive indviet i de hemmelige videnskaber og hermetiske kunster, johanniterriddere og tempelherrer i gamle dage havde bragt med fra Østerlandene. Der dannedes ogsaa en ny, af frimurere bestaaende orden, Guld- og Rosenkreuzerordenen, som opstod i Sydtyskland omkring 1760 og hurtigt udbredte sig videre. Den interesse for de hemmelige videnskaber, som disse selskaber opelskede, fik rigelig næring ved den mængde mystisk-hermetiske skrifter, som især fra Tyskland udbredtes overalt. Særlig Rosenkreuzerne, hvis hovedsæde Berlin nu blev, kunde en tid regne de mest indflydelsesrige og høitstillede mænd blandt sine medlemmer. Det stod imidlertid i længden ikke til at undgaa, at de, der ved optagelsen i de høiere grader ikke havde fundet, hvad de søgte og ventede, følte sig skuffede og blev misfornøiede; og med den tiltagende misstemning døde interessen hen, saa at ordenen mod aarhundredets slutning var at betragte som opgivet. Man var ogsaa efterhaanden begyndt at fatte mistanke til den svindel, hvormed de bekjendte eventyrere, grev Saint-Germain og Cagliostro som frimurere, mystikere,

---

[1] Da den norske prest Hans Egede 1718 opholdt sig i Bergen for at faa folk til at interessere sig for hans mission til Grønland, men ikke kunde opdrive de fornødne penge, faldt det ham ind »hvad der tales og skrives om den saa kaldede Philosophiske Steen«, og han begyndte da paa alkemistisk arbeide; men »med alt det Sudlerie, som jeg næsten udi tvende Aar plagede mig med, profiterede jeg intet uden Møie og skidne Fingre, og dertil nogle Pengers Forliis, saa jeg omsider blev gandske kied deraf«. Imidlertid gjenoptog han arbeidet senere under opholdet paa Grønland, hvor han havde et helt alkemistisk bibliothek »mere end 60 Chymiske Authores«. Engang troede han at være meget nær ved maalet, men begik en uforsigtighed, og derefter kunde han aldrig mere faa igjen det, som han dengang havde faaet; »det var ikke GUDS Villie, at jeg skulde komme til slig Videnskab«. H. Egedes Relation, 1738, 214–217.

aandebesværgere og alkemister i en stor del af aarhundredets anden halvdel i en fast utrolig grad havde udnyttet tidens lettroenhed. Endelig indtraf forskjellige ting, som maatte give troen grundstødet En dr. Price i Oxford udgav 1782 en beretning om, at han i mange navngivne og utvivlsomt kyndige og hæderlige vidners overvær og under størst mulig kontrol havde forvandlet kviksølv til sølv og guld. Sagen vakte umaadelig opsigt, kong Georg III gav sit naadigste bifald tilkjende, beretningen blev oversat paa tysk og diskuteredes overalt; men da Price blev opfordret til at gjentage forsøgene for royal societys kemikere og ikke længere kunde undslaa sig, begik han selvmord. Kort efter blev ogsaa en anden historie bekjendt, der var ligesaa latterlig, som den forrige var bedrøvelig. Den som theolog anseede professor Semler i Halle var en ivrig beundrer af et hemmeligt præparat, der i dyre domme solgtes som luftsalt, fordi det angaves at være udvundet af atmosfæren, og han troede, at der voksede guldblade frem af saltet, naar det holdtes varmt og fugtigt; han udgav ogsaa flere skrifter derom. Da han oversendte en prøve af saltet til en anseet kemiker, for at denne skulde forvisse sig om, at der fremkom guld af det, viste det sig imidlertid, at saltet allerede i forveien var opblandet med bladguld. Semler indsendte derefter (1789) en prøve guldblade, der var fremkomne af salt, som han selv havde forvisset sig om var frit for tilblanding, men disse blade viste sig nu at være uægte. Det kom da op, at tjeneren havde blandet guld i saltet for at gjøre professoren en fornøielse. Da han engang var bleven syg, havde hans hustru passet drivhuset, og hun havde ment, at det billigere uægte bladguld kunde gjøre samme nytte.

Denne sidste efterdønning af den gamle alkemi døde saaledes hen, uden at der kom nogetsomhelst ud af den. — Der havde imidlertid i begyndelsen af aarhundredet været en alkemist, som opnaaede et virkeligt resultat, men rigtignok et, som laa langt udenfor alkemiens egentlige maal. En ung apothekerdiscipel i Berlin, Johann Friedrich Böttger (Böttiger), var kommen sammen med en omstreifende alkemist, og man antog at han var i besiddelse af de vises sten og kjendte dens hemmelighed. Da dette kom kong Friedrich I for øre, befalede han, at sagen skulde undersøges, men Böttger flygtede til Wittenberg, som da hørte under Sachsen. Han blev vistnok reklameret som preussisk undersaat, men den sachsiske regjering lod ham i al stilhed bringe til Dresden, hvor kong August II behandlede ham meget naadigt og stillede de fornødne midler til hans forføining. Han blev dog holdt under streng bevogtning, og da han havde gjort et forsøg paa flugt, bragtes han (1706) til fæstningen Königsstein. Med guldmageriet kom han ingen vei; derimod begyndte han at arbeide med andre forsøg, der ledede til opdagelsen af tilvirkningen af porcellæn.

Blandt dem, med hvilke Böttger kom i berørelse, var grev Ehrenfried von Tschirnhausen (1651—1708), en bekjendt mathematiker, der havde konstrueret store brændspeil og interesserede sig meget for glastilvirkning og keramik. Tschirnhausen antages at have en væsentlig andel i porcellænets opdagelse, for hvilken man i almindelighed har givet Böttger alene æren. Kongen interesserede sig for den nye opdagelse og tilgav Böttger, da han ligefrem tilstod, at han ikke kjendte noget til de vises sten; han blev direktør for porcellænsfabriken i Meissen, hvor han døde 1719, kun 34 aar gammel.

Porcellænet, der fra gammel tid havde været kjendt i Kina, men først omkring 1500 kom til Europa, var endnu meget sjeldent og overordentligt kostbart. Det er ganske naturligt, at Böttgers opdagelse blev anseet for høist værdifuld. Meissnerporcellænet begyndte at komme i handelen 1709, men fabrikationen hemmeligholdtes strengt. Man fik dog ved bestikkelse lokket arbeidere bort fra Meissen, og ved hjælp af dem grundlagdes 1720 en fabrik i Wien, ved derfra rømte arbeidere en lignende i Höchst am Main 1740, og ved arbeidere derfra videre i Fürstenberg 1750 og Frankenthal 1755 o. s. v. Ogsaa i Berlin (1750), St. Petersburg (1756), Kjøbenhavn (1775) og flere andre steder oprettedes porcellænfabriker, og kemikerne hjalp til, i Berlin navnlig Pott, som i denne anledning udførte de i lithogeognosia beskrevne forsøg. I Frankrige søgte man selvstændigt, paa forskningens vei, at komme paa det rene med porcellænets tilvirkning. Réaumur analyserede kinesisk porcellæn og fandt, at det var sammensat af en usmeltet lermasse og en smeltet glasmasse. Det porcellæn, som fra 1695 fremstilledes i St. Cloud, var s. k. blødt porcellæn, og virkeligt porcellæn med haard glasur tilvirkedes først 1769 i den berømte fabrik i Sèvres, som allerede tidligere var oprettet, men 1760 overtaget af kongen. Dens ledelse blev 1774 anbetroet Macquer, som havde deltaget i de forberedende undersøgelser og forsøg, og foruden ham var der ogsaa andre kemikere, som interesserede sig for porcellænstilvirkningen, deriblandt især Hellot, som særlig indlagde sig fortjeneste af porcellænfarverne.

Tidens kemikere var i det hele taget, ligesom Boyle og Kunckel før dem, meget ivrige i at nyttiggjøre sin videnskab i det praktiske livs tjeneste, og den tekniske kemi, eller som man gjerne sagde, den anvendte eller økonomiske kemi begyndte nu at træde frem som en selvstændig videnskabsgren.

Man gjorde fremskridt i metallurgiske arbeidsmethoder og analyser. For jernets vedkommende især deleshed i Sverige ved Rinman, Gahn og

Bergman. Réaumur udgav 1722 et arbeide om tilvirkningen af cementstaal, men staalets forhold til jernet blev dog først langt senere rigtigt erkjendt[1]. Urfabrikanten Benjamin Huntsman ved Sheffield indførte 1740 staalets omsmeltning til støbestaal eller digelstaal, og den engelske jernværkseier Henry Cort gav 1784 sit lands jernindustri et mægtigt fremstød ved indførelsen af pudlingsprocessen, der tillod anvendelsen af stenkul. — Den østerrigske bergmand Ignaz v. Born (1742—1791) indførte 1785 i Europa den i Mexiko og Sydamerika allerede siden det 16de aarh. brugelige amalgamationsmethode til behandling af sølvertser.

Den kemiske storindustri tog, om end i beskeden maalestok, sin begyndelse med den fabrikmæssige tilvirkning af svovlsyre. Allerede Lemery og Lefèvre havde anbefalet brugen af salpeter ved svovlets forbrænding, og denne forbedring blev fra Frankrige af protestantiske flygtninger bragt til England, hvor den første svovlsyrefabrik blev anlagt. Man anvendte en række indtil 300 liter store glasballoner, der indeholdt noget vand, og som laa paa et sandbad med halsen horizontalt; i denne befandt sig en sten, paa hvilken blandingen af svovl og salpeter anbragtes, og efterat man havde antændt ved et glødende jern, lukkedes halsen med en træprop, saa de flygtige forbrændingsprodukter ikke undveg, men blev optagen af vandet i ballonerne. Denne operation gjentoges flere gange med den hele række af balloner, hvorefter den sure vædske koncentreredes ved inddampning. Ved denne fremgangsmaade opnaaede man at kunne sælge svovlsyren for 4½ krone pr. kg., eller omtrent ⅕ af den tidligere pris. Og efterat lægen John Roebuck (1718—1794) i sine fabriker 1746 havde indført brugen af blykammere, faldt prisen til 30 øre; blykammerne blev dog endnu kun drevne periodisk, idet man paa en skinnegang kjørte ind en beholder med en antændt blanding af svovl og salpeter. — Tilvirkningen af salpetersyre, der allerede siden Boyles tid havde foregaaet i egne brænderier, blev forbedret, bl. a. af Stahl, medens man endnu ikke var kommen saa langt, at man i større maalestok fremstillede saltsyren, som derfor var den kostbareste af mineralsyrerne. — Om syrernes tilberedning og tilgodegjørelsen af deres biprodukter udkom 1773 et skrift af Jacques François Demachy (1728—1803), direktør for hospitalsapothekerne i Paris.

Blandt den kemiske industris forskjellige grene er der en, som i det 18de aarh. har spillet en saa betydelig rolle, at den fortjener en nærmere omtale, nemlig tilvirkningen af salpeter, der med skydevaabnernes udvikling

[1] I særdeleshed ved det af Berthollet i forening med mathematikeren Gaspard Monge (1746—1816) og Charles Auguste Vandermonde (1735—1796) i 1786 offentliggjorte arbeide: sur le fer considéré dans ses différents états métalliques.

havde faaet en stedse stigende betydning og var bleven en vigtig statssag[1]. Især deleshed i de lande, hvor man ikke havde rigere naturlige forekomster af raamateriale og derfor maatte nøie sig med det, som kunde indsamles fra stalde, vaaningshuse og beboede steder i det hele taget, var salpetertilvirkningen et landsherreligt regale og blev stillet under en særegen administration, der navnlig i Frankrige blev af betydning. Alt salpeter, som tilvirkedes, blev overtaget af staten, det maatte ikke udføres til hjælp for kongens fiender, og det var vanskeligt og kostbart for apothekere, guldsmede og andre private borgere at faa det, de behøvede til sin bedrift. Salpeterkogerne stod under kronens særlige beskyttelse, de nød mange privilegier og forrettigheder og havde lov til at gaa i privatfolks eiendomme, i byerne som paa landet, for at søge sit raamateriale. Der var strenge straffebestemmelser mod dem, der ikke godvilligt ydede salpeterkogerne, hvad de behøvede, og der opkom tilstande, som var yderst trykkende og ubehagelige for statens øvrige borgere. Alligevel kunde det hænde, at staten kom tilkort paa salpeter, saaledes i Frankrige under krigene mod England i det 18de aarh., hvor salpetermangelen voldte de allerføleligste ulemper. — Det er derfor ikke at undres over, at salpeterväsenet var bleven et af de brændende spørgsmaal omkring midten af det 18de aarhundrede. Der var ogsaa en mangfoldighed af adepter, som satte sig i forbindelse med regjeringerne og frembød sine projekter til fremstilling af »kunstsalpeter«. Man havde endnu ikke nogen klar forestilling om, hvad salpeter egentlig var. Stahl havde udtalt den mening, at salpetersyren var en modifikation af primitivsyren og kunde fremkomme af svovlsyre ved at optage det flogiston, som udvikledes af forraadnende organiske stoffer, og de allerfleste tænkte sig, at salpeter ved en lignende forraadnelsesproces kunde fremkomme af kogsalt. Kogsalt, svovlsyre og kalk tilligemed kvælstofholdende organiske substantser var derfor de hovedingredientser, der benyttedes i alle disse projekter, paa hvilke mangfoldige penge blev bortkastede til ingen nytte. Berlinerakademiet udsatte 1748 en prisopgave, men den belønnede afhandling bragte ikke noget brugbart resultat, og heller ikke den 30 aar senere i Paris opstillede præmie bragte noget udbytte. Den, der paa bedste maade tog sig af sagen, var den franske finantsminister Turgot, der 1775 skaffede salpeterväsenet en hensigtsmæssigere organisation og lod anlægge virkelige salpeterplantager i stor stil, der havde en ganske anden produktionsevne end de gammeldags, som endnu mest var som de af Kyeser beskrevne, kun smaa grave, der

---

[1] O. Thiele, Salpeterwirtschaft und Salpeterpolitik. Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft. Ergänzungsheft XV. 1905.

fyldtes med kalk, jord, halm o. dsl. Nu tog den franske salpetertilvirkning et stærkt opsving; allerede 1777 var produktionen 1 million kg. eller dobbelt saa stor som i 1775, og den steg endnu en tid lang, saa Frankrige blev istand til at dække sit behov med indenlandsk salpeter[1]. — Salpeter-regalet blev endelig ophævet i begyndelsen af det følgende aarhundrede.

Ogsaa alkalierne fandt stigende anvendelse, navnlig til sæbe og glas; de tilvirkedes fremdeles kun af aske. Vistnok var der i lange tider gjort forsøg paa kunstig fremstilling af soda; Duhamel du Monceau, Marggraf og mange andre havde arbeidet med det, men uden at opnaa brugbare resultater. I 1782 udsatte Pariserakademiet en høi præmie for en økonomisk brugbar løsning af dette spørgsmaal, der i det følgende tiaar i Frankrige fik saa meget større betydning, som kontinentalspærringen hindrede enhver tilførsel fra udlandet, og den indenlandske potaskeproduktion fuldstændig absorberedes af salpetertilvirkningen. Den udsatte præmie blev ikke vundet.

Theorien for den hidtil kun rent haandværksmæssigt drevne farverikunst fremstilledes 1740 af Hellot, der meddelte oplysninger om ægte og uægte farver, beisemidlernes virkning o. m. Man studerede nærmere indigo og waid og erkjendte identiteten af de i disse forekommende farvestoffer[2]. Den engelske læge Edward Bancroft udgav 1794 et værk om farverikunsten.

Marggraf paaviste 1745 sukkerindholdet i roerne, og hans elev Achard udførte senere en række forsøg, der blev grundlaget for en over-

---

[1] I 1790 var produktionen steget til 2 millioner kg., men dette var endnu ikke nok. Republiken behøvede mere krudt, og i slutningen af 1793 udstedte nationalkonventet et dekret, som opfordrede alle franske borgere til at fremstille salpeter. Regjeringen udsendte samtidig en stor mængde instruktører hele landet over. Virkningen var storartet; der oprettedes i kort tid omtrent 6000 private eller kommunale salpeterværker, som bearbeidede al den jord, som det var muligt at faa skrabet sammen. Da man ikke var i besiddelse af tilstrækkelig potaske til fremstilling af saa store masser salpeter, skaffede man sig denne, idet landsbyernes hele befolkning, mænd, kvinder og børn paa en forud bestemt dag drog ud og samlede lyng, kvist o. dsl., der stabledes op i en stor haug, som efterpaa under sang og festlighed brændtes til aske, der sendtes til potaskekogerierne. I aaret 1794 gik salpeterproduktionen i Frankrige op til 8 millioner kg., men saa gik den igjen tilbage, da det mere tilfældige raamateriale var udtømt og man nu ikke havde andet at holde sig til end plantagerne; men disse sidste udvikledes fremdeles, og man kunde endnu i flere aar producere over 2 millioner kg.

[2] Waid, isatis tinctoria, havde i middelalderen i stor udstrækning været dyrket i Europa, men da man efter opdagelsen af søveien til Ostindien havde lært indigo at kjende, kom waid snart ud af brug, uagtet man baade i det 16de og 17de aarh. ved strenge forbud mod indførsel af indigo havde søgt at opretholde den hjemlige waidproduktion. Waid indeholder imidlertid altfor lidet af farvestoffet, saa alle anstrængelser for at forbedre fremstillingen var forgjæves. — Indigoens opløselighed i svovlsyre og den derpaa grundede farvemethode skal 1740 være fundet af bergraad Barth i Freiberg.

maade vigtig industri, som dog først ud i det følgende aarhundrede kom rigtigt igang.

Agrikulturkemiens fornemste repræsentant var Wallerius, hvis agriculturæ fundamenta chemica, åkerbrukets chemiska grunder, udkom første gang 1761. Landbruget, der i lange tider havde været forsømt, modtog nu flere forbedringer; saaledes blev brugen af knuste ben som gjødningsmiddel indført 1774 af den engelske kemiker James Hunter. I det hele taget var landbruget under paavirkning af den af tidens statsøkonomer dannede fysiokratiske lære bleven gjenstand for stor opmærksomhed; der oprettedes allevegne landhusholdningsselskaber, og der udsattes prisopgaver, som foranledigede flere kemikere, deriblandt Bergman, til undersøgelser, der havde interesse for landmanden. Det 17de aarhundredes merkantilisme, som i de ædle metaller havde seet den eneste virkelige rigdom, begyndte at afløses af erkjendelsen af, at disse i og for sig ikke er rigdom, men kun tjener til at lette omsætningen. Man kom da til at betragte jorden som den eneste kilde til rigdom; af naturkræfterne fik man der, som fysiokraterne sagde, et overskud til gave, og dette var hovedkilden til al velstand. Man kom imidlertid henimod aarhundredets slutning ogsaa bort fra, at jorden var den eneste rigdomskilde. Da den ikke frembringer noget uden arbeide, blev det arbeidet, i hvilket man nu saa kilden til den sande rigdom. Disse forskjellige statsøkonomiske drøftelser, der interesserede baade regjeringerne og almenheden, gav anledning til forøget vindskibelighed ogsaa i den kemiske industri, baade for privat og især for offentlig regning; vi har allerede omtalt salpetertilvirkningens opkomst i Frankrige under Turgot, og der var overhovedet i fysiokraternes tid allevegne megen interesse for salt-, alun-, salpeter- og potasketilvirkning[1], navnlig forsaavidt disse var

[1] I Norge søgte Christian VI og Fredrik V at ophjælpe industrien, dels ved direkte pengeunderstøttelser og dels ved privilegier og indførselsforbud. I 1737 anlagdes et alunværk i Oslo, 1738 et saltværk i Vallø, og 1739 grundedes det s. k. sorte kompagni, der blev udstyret med en masse privilegier og fik raadighed over alt, hvad der kunde udnyttes i alle tre naturriger, tilvirkning af tjære, krudt, glas, blyhvidt, vitriol, salpeter, kjønrøg, harpix, potaske o. s. v., og for at hjælpe kompagniet var i længere eller kortere tidsrum af aarhundredet al indførsel af de fleste af de nævnte produkter forbudt. Uagtet kongerne paa mange maader støttede virksomheden, — kong Fredrik V indtraadte endog 1751 som interessent for tre tiendeparter — kunde dog kompagniet ikke holde sig. De forskjellige mindre virksomheder, det satte igang, døde hen, og det var blot glastilvirkningen, som holdt sig, om end gjennem adskillige vanskeligheder. De første glasværker anlagdes 1739 og 1744, og imod slutningen af aarhundredet blev adskilligt norsk glas udført til Danmark. Herrebø fayancefabrik anlagdes 1758, men var kun 15 aar i virksomhed. Johann Gottfried Erichsen, stadsfysikus i Bergen, fik 1755 privilegium paa fremstillingen af salpeter, som skulde udvindes af fiskeaffald og tang, men ogsaa dette gik uheldigt.

binæringer under landbruget. Syslen med den slags spørgsmaal og med naturvidenskabelige undersøgelser, der kunde faa økonomisk betydning, blev meget almindelig, og selv i de mest afsidesliggende egne finder man ikke sjelden presterne optagne deraf[1].

---

[1] Saaledes i 1ste bind af det trondhjemske videnskabsselskabs skrifter (1761), hvor Eric Schytte, ordineret missionær i Finmarken, i en til biskopen oversendt beretning bl. a. meddeler, at han med al forsigtighed havde tillavet et godt oleum tartari per deliquium (henflydt kaliumkarbonat), og at dette i den stærke kulde vinteren 1758 i løbet af nogle timer havde forandret sig til et krystallinsk magma. Dette er vel den første kjendte omtale af et potaskehydrat.

Trykt den 20. Juli 1906.